Environment Canada Environnement Canada

GREAT LAKES FACT SHEET

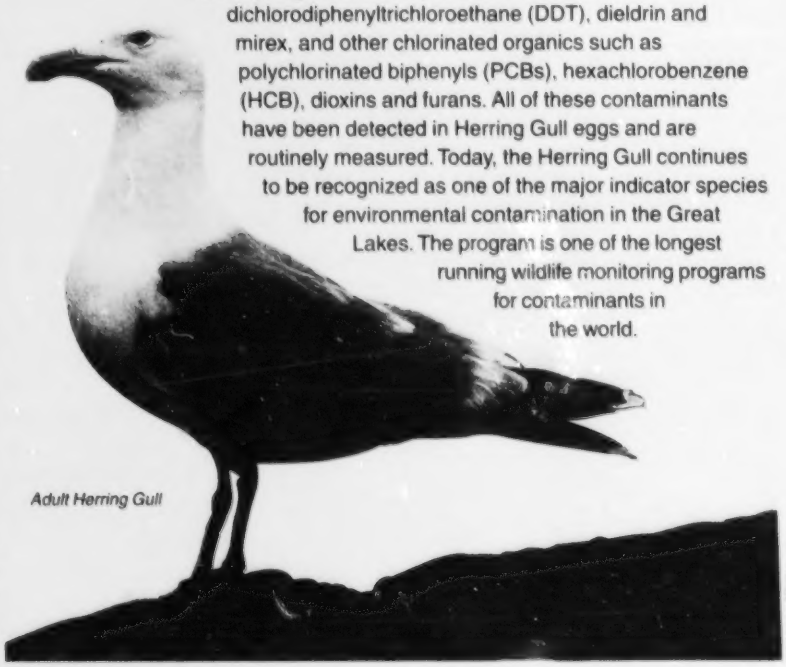
Contaminants in Herring Gull Eggs from the Great Lakes: 25 Years of Monitoring Levels and Effects

This fact sheet describes changes in the concentrations of four selected organochlorine compounds found in Herring Gull eggs between 1971 and 1995. It also describes some of the biological effects associated with these chemicals which have been observed in both Herring Gulls and other fish-eating waterbirds living on the Great Lakes. Two of the compounds reported here originally entered the environment as organochlorine pesticides: dieldrin and dichlorodiphenyldichloroethylene (DDE), which is the stable breakdown product of the pesticide dichlorodiphenyltrichloroethane (DDT). The other two compounds discussed here are a polychlorinated biphenyl (PCB) and a dioxin known as 2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-p-dioxin (2,3,7,8-TCDD). This fact sheet also explains the reasons for this ongoing monitoring program and how the results reflect the ongoing efforts being made to restore the Great Lakes ecosystem to a healthy state.

Introduction

In the early 1970s a biologist went to Scotch Bonnet Island along the north shore of Lake Ontario. He counted over 100 nests of Herring Gulls (Larus argentatus) on this small island. However he could find only 17 chicks; there should have been at least 100 (one chick per nest). Where were all the young? What had happened to them? At the same time, researchers were discovering that Herring Gulls and other waterbirds living in the Great Lakes, especially populations living in Lakes Ontario and Michigan, were among the most heavily contaminated in the world. It was these conditions that, in 1971, led the Canadian Wildlife Service (CWS) to establish a program to monitor persistent toxic chemicals in the eggs of Herring Gulls and to study the biological effects of these contaminants on waterbirds of the Great Lakes.

Over 400 different man-made chemicals have been detected in Great Lakes biota. Research and monitoring have focused on heavy metals such as mercury, organochlorine pesticides such as dichlorodiphenyltrichloroethane (DDT), dieldrin and mirex, and other chlorinated organics such as polychlorinated biphenyls (PCBs), hexachlorobenzene (HCB), dioxins and furans. All of these contaminants have been detected in Herring Gull eggs and are routinely measured. Today, the Herring Gull continues to be recognized as one of the major indicator species for environmental contamination in the Great Lakes. The program is one of the longest running wildlife monitoring programs for contaminants in the world.



Adult Herring Gull

by Brian Mann

The Herring Gull

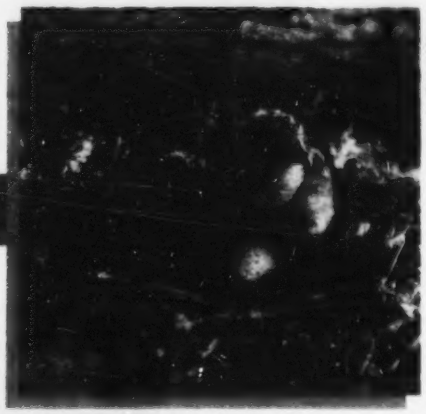
The Herring Gull is a large omnivorous waterbird, about 64 cm (2 feet) from bill to tail. Adult birds are white with light gray backs and wings; the wings have black tips with a white spot. Their bills are yellow with a red spot on the lower tip and their legs are pink.

The Herring Gull is the most widely distributed gull in the Northern Hemisphere. In North America, it breeds across the northern third of the continent, including all of Ontario, and is found on all five of the Great Lakes. In the early 1900s, Herring Gull populations were nearly extirpated due to earlier persecution at nesting sites and the demand for bird feathers from the millinery trade during the late 1800s. During that time, Herring Gull populations on the Great Lakes were at an all-time low. The Migratory Bird Convention of 1916 placed the Herring Gull under protection from further persecution allowing populations to expand both their range and breeding numbers. On the Great Lakes, Herring Gull populations began to increase in the 1940s.

Herring Gulls, being very social birds, prefer to nest in colonies, usually on small islands, but always near a body of water (lake, river, or the sea). This makes them very easy to locate and study. From the time Herring Gulls reach breeding age (at four years), they are year-round residents in the Great Lakes. Immature birds, however, do migrate away from the lakes in winter. Once established at a colony site, adult birds usually use the same nesting site year after year, many as long as 10 to 20 years.

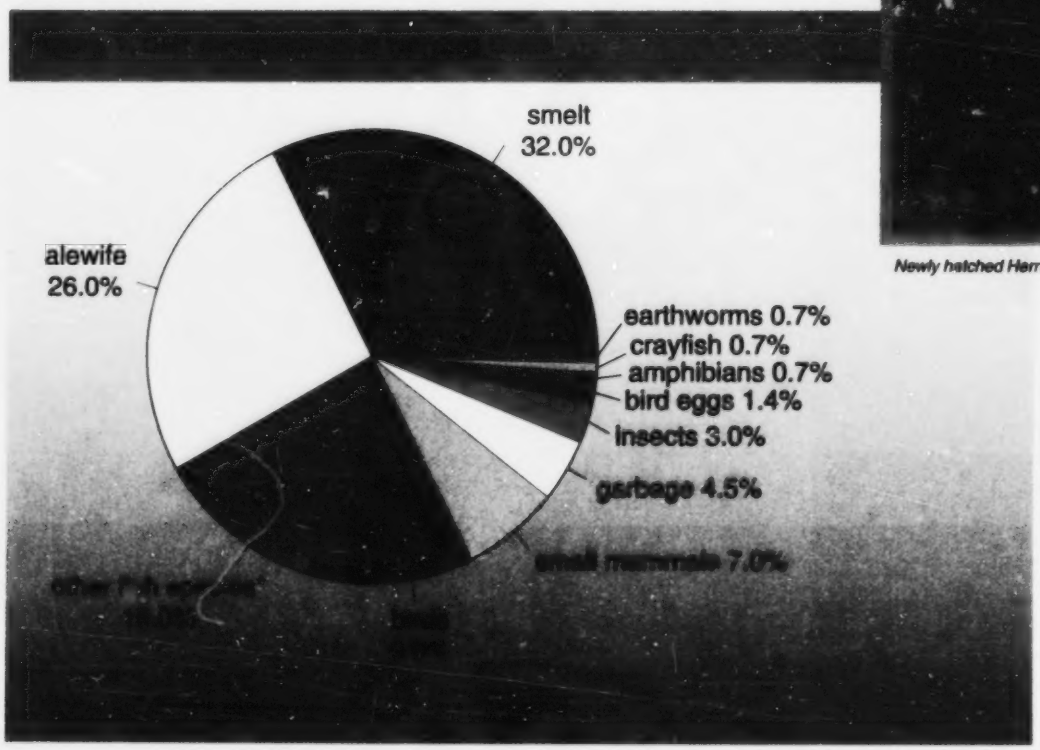
Adult Herring Gulls usually arrive at their breeding sites by early-March, and by early to mid-May females have laid their three eggs in a nest made of dead plant material (i.e. grasses, sticks and/or aquatic vegetation). Females will generally lay additional eggs to replace any that are lost early in the nesting season. Eggs are normally incubated for 26 to 28 days. After hatching, the Herring Gull chick will instinctively peck at its parent's bill, particularly at the red spot. This pecking stimulates the parent to regurgitate food for the chick. After about six weeks young birds begin to fly, but may continue to be fed by their parents for several more weeks. Mortality among Herring Gull chicks, which is mainly caused by food shortages and predation (usually by neighbouring gulls), is normally quite high. On average, only between one and two chicks per nest will survive to leave the colony.

Herring Gulls are opportunistic feeders. Examination of stomach contents shows that they will eat almost anything. Their diet consists of fish, small mammals, birds and their eggs, amphibians, earthworms, insects, crayfish, molluscs, vegetation and garbage. Fish, especially alewife and rainbow smelt, are particularly important food items for Herring Gulls on the Great Lakes *(Figure 1)*.



by Pierre Mineau

Newly hatched Herring Gull chicks.



Contaminants and the Great Lakes Food Web

Modern industrial and agricultural practices in the Great Lakes basin began in the early 1940s. Since that time, thousands of chemicals and synthetic compounds have been discharged into the environment. Many of these are toxic, bioaccumulative and persistent. For example, organochlorine compounds such as dieldrin, DDT and dioxin resist bacterial and chemical breakdown processes in the environment. When they are applied as pesticides or are otherwise released into the environment (e.g. industrial effluents), they do not generally break down into harmless compounds as many less persistent synthetic chemicals do. Instead, they retain their chemical structure and, because they are not very soluble in water, they may evaporate into the air or attach themselves to soil particles. As vapor or on dust particles, the chemicals may be carried great distances and re-deposited by rain, snow and particulate fall-out onto land and water surfaces.

Within the water column, these toxic substances tend to be absorbed into the lipids of small organisms called plankton, thereby entering the lowest trophic level. As larger organisms eat the smaller organisms, contaminants move through the food web. This steady increase of contaminant concentrations in animal tissues from one tropic level to the next is known as biomagnification. Fish-eating birds such as Herring Gulls, Ospreys, Bald Eagles, Caspian and Common Terns and Double-crested Cormorants are top predators in the Great Lakes ecosystem and their diets consist almost entirely of fish and other components of the Great Lakes food chain. These species also accumulate the highest concentrations of toxic chemicals such as PCBs and DDE.

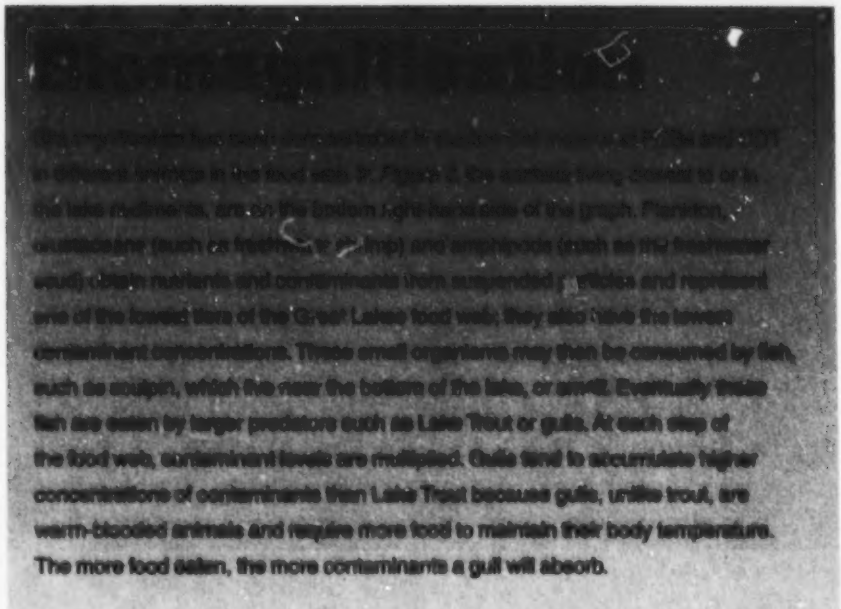
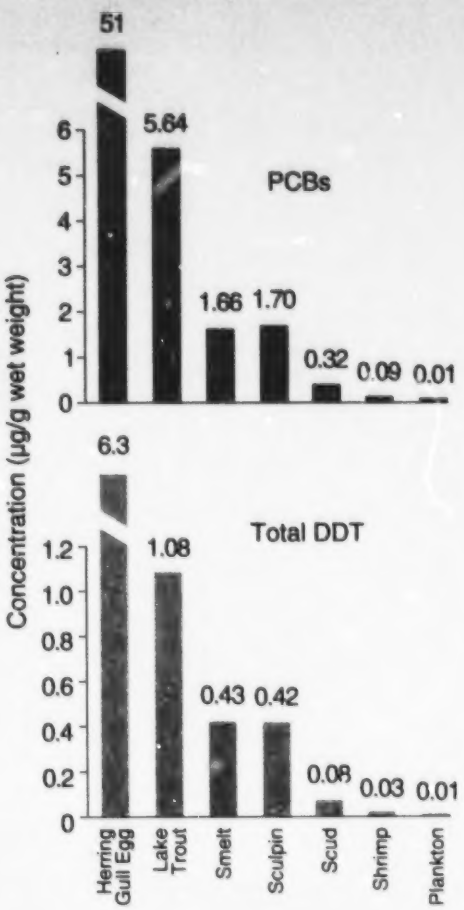


Figure 2. Biomagnification in the food chain in Lake Ontario



The Herring Gull

The Herring Gull is a large omnivorous waterbird, about 64 cm (2 feet) from bill to tail. Adult birds are white with light gray backs and wings; the wings have black tips with a white spot. Their bills are yellow with a red spot on the lower tip and their legs are pink.

The Herring Gull is the most widely distributed gull in the Northern Hemisphere. In North America, it breeds across the northern third of the continent, including all of Ontario, and is found on all five of the Great Lakes. In the early 1900s, Herring Gull populations were nearly extirpated due to earlier persecution at nesting sites and the demand for bird feathers from the millinery trade during the late 1800s. During that time, Herring Gull populations on the Great Lakes were at an all-time low. The Migratory Bird Convention of 1916 placed the Herring Gull under protection from further persecution allowing populations to expand both their range and breeding numbers. On the Great Lakes, Herring Gull populations began to increase in the 1940s.

Herring Gulls, being very social birds, prefer to nest in colonies, usually on small islands, but always near a body of water (lake, river, or the sea). This makes them very easy to locate and study. From the time Herring Gulls reach breeding age (at four years), they are year-round residents in the Great Lakes. Immature birds, however, do migrate away from the lakes in winter. Once established at a colony site, adult birds usually use the same nesting site year after year, many as long as 10 to 20 years.

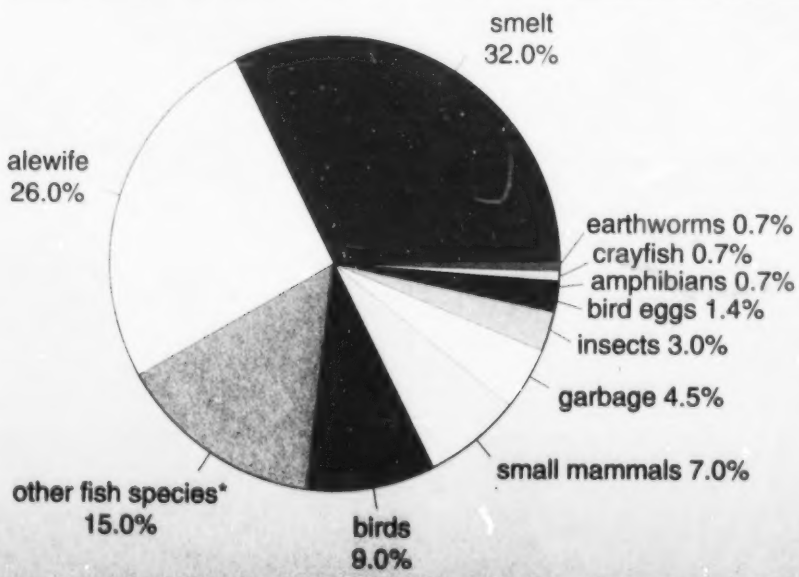
Adult Herring Gulls usually arrive at their breeding sites by early-March, and by early to mid-May females have laid their three eggs in a nest made of dead plant material (i.e. grasses, sticks and/or aquatic vegetation). Females will generally lay additional eggs to replace any that are lost early in the nesting season. Eggs are normally incubated for 26 to 28 days. After hatching, the Herring Gull chick will instinctively peck at its parent's bill, particularly at the red spot. This pecking stimulates the parent to regurgitate food for the chick. After about six weeks young birds begin to fly, but may continue to be fed by their parents for several more weeks. Mortality among Herring Gull chicks, which is mainly caused by food shortages and predation (usually by neighbouring gulls), is normally quite high. On average, only between one and two chicks per nest will survive to leave the colony.

Herring Gulls are opportunistic feeders. Examination of stomach contents shows that they will eat almost anything. Their diet consists of fish, small mammals, birds and their eggs, amphibians, earthworms, insects, crayfish, molluscs, vegetation and garbage. Fish, especially alewife and rainbow smelt, are particularly important food items for Herring Gulls on the Great Lakes *(Figure 1)*.

by Pierre Mineau

Newly hatched Herring Gull chicks.

Figure 1. Diet composition of Herring Gulls



* Other fish species include pumpkinseed, bluegill and rockbass.

Contaminants and the Great Lakes Food Web

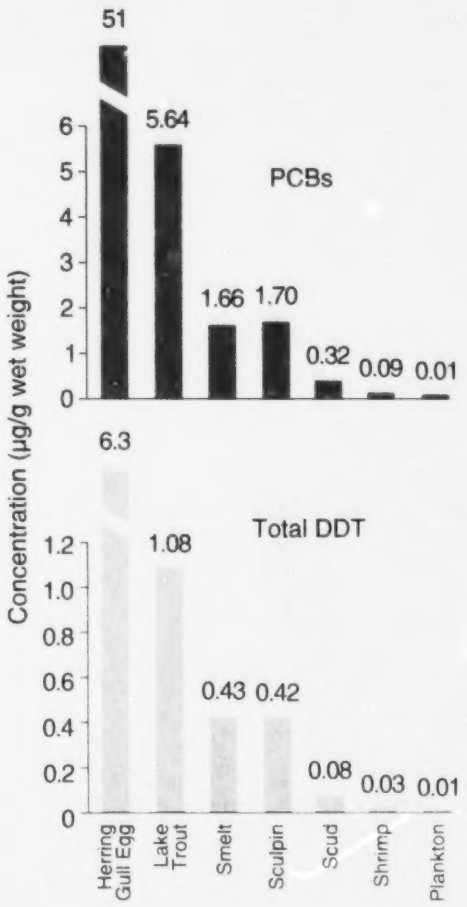
Modern industrial and agricultural practices in the Great Lakes basin began in the early 1940s. Since that time, thousands of chemicals and synthetic compounds have been discharged into the environment. Many of these are toxic, bioaccumulative and persistent. For example, organochlorine compounds such as dieldrin, DDT and dioxin resist bacterial and chemical breakdown processes in the environment. When they are applied as pesticides or are otherwise released into the environment (e.g. industrial effluents), they do not generally break down into harmless compounds as many less persistent synthetic chemicals do. Instead, they retain their chemical structure and, because they are not very soluble in water, they may evaporate into the air or attach themselves to soil particles. As vapor or on dust particles, the chemicals may be carried great distances and re-deposited by rain, snow and particulate fall-out onto land and water surfaces.

Within the water column, these toxic substances tend to be absorbed into the lipids of small organisms called plankton, thereby entering the lowest trophic level. As larger organisms eat the smaller organisms, contaminants move through the food web. This steady increase of contaminant concentrations in animal tissues from one tropic level to the next is known as biomagnification. Fish-eating birds such as Herring Gulls, Ospreys, Bald Eagles, Caspian and Common Terns and Double-crested Cormorants are top predators in the Great Lakes ecosystem and their diets consist almost entirely of fish and other components of the Great Lakes food chain. These species also accumulate the highest concentrations of toxic chemicals such as PCBs and DDE.

Biomagnification

Biomagnification has been demonstrated in studies that measured PCBs and DDT in different animals in the food web. In *Figure 2*, the animals living closest to or in the lake sediments, are on the bottom right-hand side of the graph. Plankton, crustaceans (such as freshwater shrimp) and amphipods (such as the freshwater scud) obtain nutrients and contaminants from suspended particles and represent one of the lowest tiers of the Great Lakes food web; they also have the lowest contaminant concentrations. These small organisms may then be consumed by fish, such as sculpin, which live near the bottom of the lake, or smelt. Eventually these fish are eaten by larger predators such as Lake Trout or gulls. At each step of the food web, contaminant levels are multiplied. Gulls tend to accumulate higher concentrations of contaminants than Lake Trout because gulls, unlike trout, are warm-blooded animals and require more food to maintain their body temperature. The more food eaten, the more contaminants a gull will absorb.

Figure 2. Biomagnification in the food chain in Lake Ontario



The Herring Gull as an Indicator of **Contamination and Associated Effects**

An animal or plant that accumulates contaminants from the area in which it lives can be used as an "indicator" of environmental contamination. Some of the characteristics which make the Herring Gull a particularly useful indicator of contamination of the Great Lakes ecosystem are:

- There is already a lot known about the biology of the Herring Gull and the effects of environmental contamination on their breeding biology, metabolism and physiology.
- Herring Gulls are permanent residents on the Great Lakes, displaying little lake to lake movement in the breeding season. Other waterbirds of the Great Lakes such as Ospreys, terns, cormorants, herons, and Ring-billed Gulls, migrate annually and may be exposed to contaminants from their wintering grounds away from the Great Lakes.

by John Mitchell

Collecting Herring Gull eggs for contaminant analysis.

- The Herring Gull is a top predator in the Great Lakes food chain. Contaminants that are difficult and expensive to measure in water or in animals that feed only on plants are easily measured in Herring Gulls and their eggs where they have biomagnified to much higher levels. For this reason, gull eggs can be used to detect the presence of new, previously unknown, contaminants in the environment, and increasing or decreasing levels of more common contaminants. The Herring Gull can also be used as a sentinel for contamination in other waterbird species, such as eagles, cormorants and terns.
- The colonial nesting habits of the Herring Gull make it easy to locate and sample its eggs. By using eggs it is possible to measure concentrations of contaminants without having to kill adult or young birds. Only 13 eggs per year are collected from each colony site (one per nest) since there is little variation in contaminant levels among eggs within the same colony.
- The Herring Gull is a common species and widely distributed, breeding on all five Great Lakes and in other regions of Canada and the world. This distribution allows direct comparisons of contaminant levels to be made in the Great Lakes basin as well as with other sites in and outside of Canada.

One of the drawbacks to using the Herring Gull as an indicator of the effects of contamination in the Great Lakes is that it is not as sensitive to organochlorine compounds as some other fish-eating waterbird species such as Bald Eagles, Common and Caspian Terns, and Double-crested Cormorants. For this reason these other species are often studied to supplement the indicator research documented on the Herring Gull.

In addition, Herring Gulls are not good indicators of point source contamination. Their large feeding range (up to 40 km from their colony) makes this species best suited as an indicator of regional contamination. For example, pollutant levels found in Herring Gull eggs at Hamilton Harbour will represent contamination in the western basin of Lake Ontario, not just Hamilton Harbour.

by Chip Weseloh

Herring Gull colony.

by John Struger

Herring Gull nest with eggs.

Selected Contaminants

DDE

Dichlorodiphenyldichloroethylene (DDE) is a "metabolite" (or breakdown product) of a synthetic pesticide known as dichlorodiphenyltrichloroethane (DDT). DDT was first introduced for widespread use as an insecticide just after World War II. Most uses of DDT were banned in Canada in 1969 under the Pest Control Products Act. Three years later they were banned in the United States. However, the use and the sale of existing stocks of DDT products were allowed until the end of 1990. Unfortunately, DDT is still used in many parts of the world (especially in developing countries) mainly for tsetse fly control and to help prevent insect damage to crops. According to figures from the World Health Organization, Mexico and Brazil each used almost 1,000 tons of DDT in 1992.

DDE, the most persistent of all the DDT metabolites, is routinely detected or encountered instead of DDT. DDE is produced in most animals when the body attempts to metabolize or digest DDT. DDE is also highly fat soluble. For these reasons, top predators, such as Herring Gulls, are more likely exposed to DDE than DDT from the food they consume. Very little DDT has been found in Great Lakes Herring Gull eggs, except during periods of high use of this pesticide in the early 1970s.

Dieldrin

Dieldrin has been in use in parts of the world since 1948 as a soil insecticide and seed dressing to kill fire ants, grubs, wireworms, root maggots and corn rootworms. Dieldrin is no longer imported or manufactured in Canada. Dieldrin is also the breakdown product of another widely used pesticide called aldrin, which has also been banned. In 1993, only one company in Ontario (and in Canada) had remaining stocks of aldrin and dieldrin. The last stocks have since been disposed of at a secured landfill site and dieldrin is no longer in use across Ontario.

PCBs

Polychlorinated biphenyls (PCBs) have been in use since 1929. There are 209 possible types of PCBs, referred to as congeners, which differ slightly from each other in their chemical and physical properties. A small number of these congeners are highly toxic and are thought to account for the bulk of PCB-induced toxicity in animals. PCBs, like DDT and dieldrin, are organochlorine compounds which persist for a long time once released into the environment. However, unlike the pesticides DDT and dieldrin, PCBs were not deliberately released into the environment. PCBs are extremely stable molecules, which make them desirable for industrial uses. Their low flammability made them useful as lubricants and as fire retardants in insulating and heat-exchanging fluids used in electrical transformers and capacitors. They have also been used as plasticizers, waterproofing agents, and in inking processes used to produce carbonless copy paper. Since 1977, regulations have been in place in Canada and the United States to ban the import and manufacture of PCBs, and tight restrictions are in place for the storage and destruction of all PCB wastes. One of the targets established in the 1994 Canada-Ontario Agreement Respecting the Great Lakes Basin Ecosystem (COA) calls for a 90 per cent decommission of high-level PCBs (greater than 10,000 ppm) in Ontario, destruction of 50 per cent of high-level PCBs now in storage and accelerated destruction of stored low-level PCB waste. All of this is to be achieved by the year 2000. Under the Commission for Environmental Cooperation, the United States and Mexico are presently developing a Regional Action Plan for the sound management of PCBs in North America.

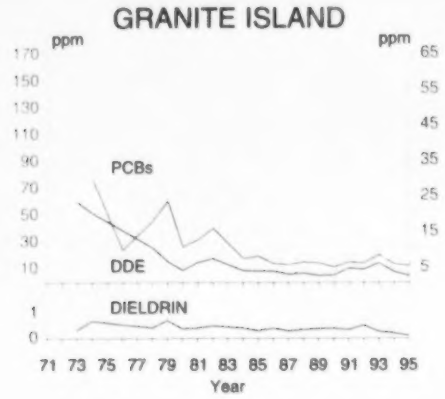
2,3,7,8 -TCDD

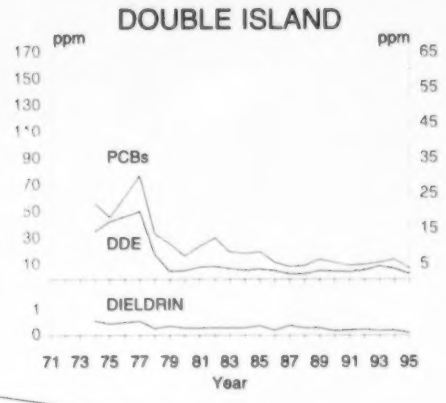
Dioxin is the popular name for a class of chlorinated hydrocarbon compounds known as polychlorinated dibenzo-p-dioxins (PCDDs). PCDDs and polychlorinated dibenzofurans (PCDFs) are formed either as by-products during some types of chemical production that involve chlorine and high temperatures, or during combustion where a source of chlorine is present. Only a few of the 75 different PCDDs and the 135 different PCDFs are highly toxic; others are practically harmless. The most toxic dioxin is 2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-p-dioxin (2,3,7,8-TCDD), although sensitivity to this compound varies considerably among animal species.

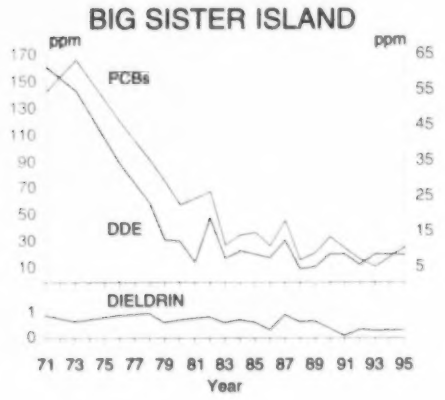
The most serious sources of 2,3,7,8-TCDD in the lower Great Lakes have been linked to industrial effluents and waste dump sites near the Niagara River and Saginaw Bay (Lake Huron). The former Hooker Chemical Company (now Occidental Chemical Company) in Niagara Falls, New York, produced 2,4,5-trichlorophenol (of which 2,3,7,8-TCDD is a by-product). Dow Chemical Company was identified as the primary source of PCDDs and PCDFs on the Tittabawasee River, which flows into the Saginaw River and eventually into the Saginaw Bay. Toxic waste disposal sites associated with this manufacturing, such as Love Canal along the Niagara River, have also been identified as important sources. The factories near Saginaw Bay and Niagara Falls discontinued the production of these chemicals in the mid-1970s.

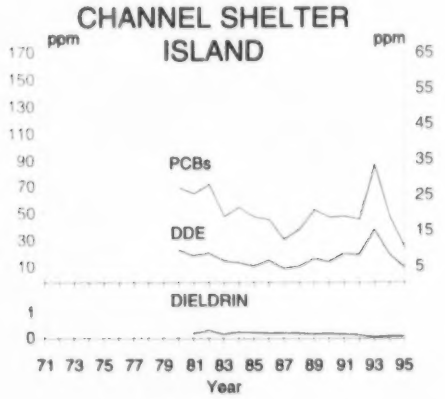
Atmospheric deposition is also a major source of 2,3,7,8-TCDD, especially in the upper Great Lakes. The sources of atmospheric PCDDs and PCDFs include urban areas where municipal incinerators burn a wide range of chlorinated compounds put out with the trash, and from engine exhaust when diesel fuel is used. In the past, the use of leaded gasoline in vehicles was also a significant source of chlorinated compounds. The federal government phased out the use of leaded gasoline in Canada in 1990. A 90 per cent reduction in the generation or release of dioxins and furans by the year 2000 is targeted under the COA objective to "prevent and control pollution".

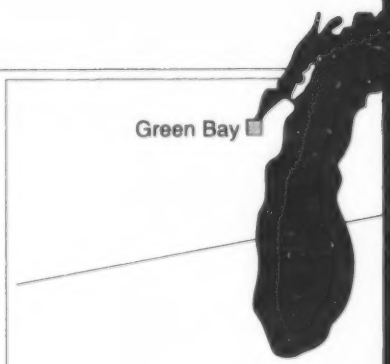
Monitoring Chemical Concentrations

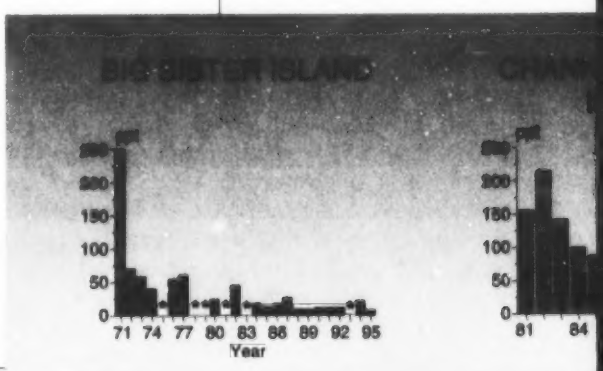




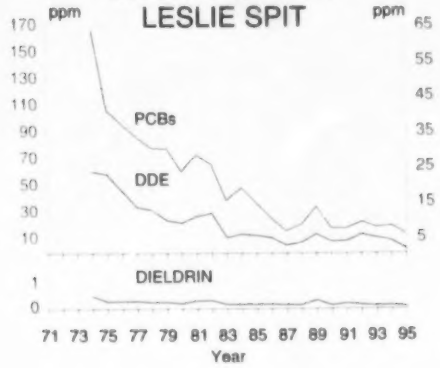




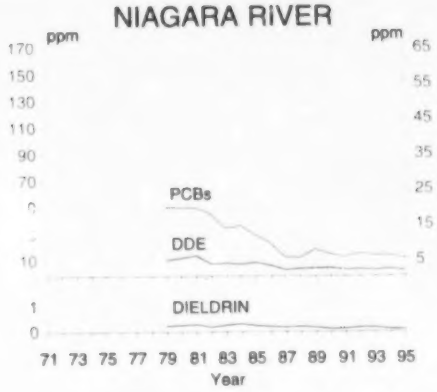




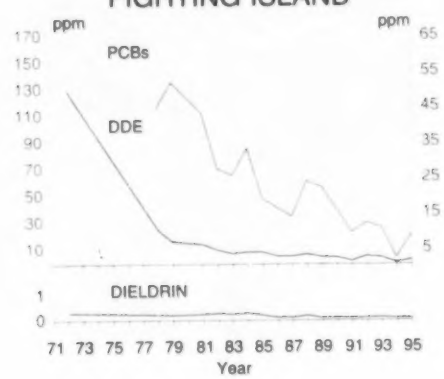
MUGG'S ISLAND/ LESLIE SPIT



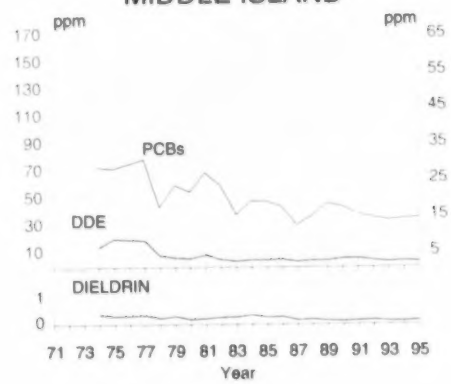
NIAGARA RIVER



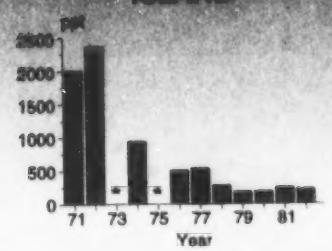
FIGHTING ISLAND



MIDDLE ISLAND



SCOTCH BONNET ISLAND



M121

IMPORTANT NOTE CONCERNING THE FOLLOWING PAGES

THE PAGES WHICH FOLLOW HAVE BEEN FILMED TWICE IN ORDER TO OBTAIN THE BEST REPRODUCTIVE QUALITY

USERS SHOULD CONSULT ALL THE PAGES REPRODUCED ON THE FICHE IN ORDER TO OBTAIN A COMPLETE READING OF THE TEXT.

REMARQUE IMPORTANTE CONCERNANT LES PAGES QUI SUIVENT

LES PAGES SUIVANTES ONT ÉTÉ REPRODUITES EN DOUBLE AFIN D'AMÉLIORER LA QUALITÉ DE REPRODUCTION

LES UTILISATEURS DOIVENT CONSULTER TOUTES LES PAGES REPRODUITES SUR LA FICHE AFIN D'OBTENIR LA LECTURE DU TEXTE INTÉGRAL

micromedia
a division of IHS Canada

20 Victoria Street
Toronto, Ontario M5C 2N8
Tel.: (416) 362-5211
Toll Free: 1-800-387-2689
Fax: (416) 362-6161
Email: info@micromedia.on.ca

Contaminants In Great Lakes Herring Gull Eggs — **LEVELS AND TRENDS**

1970s Twenty-five years of monitoring contaminant levels in the eggs of Great Lakes Herring Gulls have shown that concentrations were highest in the early and mid-1970s and that levels from all sites have decreased greatly since that time *(Figure 3)*. However, it is almost certain that even higher levels of organochlorine contamination occurred in Herring Gull eggs in the 1960s, prior to the start of this monitoring program.

In the 1970s, the highest PCB and DDE levels were found in Herring Gull eggs from Lake Ontario, Lake Michigan and the Detroit River (although not all colonies in all lakes were sampled during this period). Lake Michigan Herring Gull eggs were also the most heavily contaminated with dieldrin. These higher levels of contamination were reflective of the intense agricultural practices, especially in fruit-growing areas in Lake Michigan and Lake Ontario, large urban populations, and large industrialized complexes present around these areas. However, these same sites also displayed the most dramatic declines in egg contaminant levels.

Herring Gull eggs from sites in Lake Superior and Lake Erie were generally the least contaminated with PCBs, DDE and dieldrin compared to the other lakes *(Figure 3)*. The lower contaminant levels in gull eggs from Lake Superior were probably due to the lower levels of development, industry and human population along its shores, in comparison with the lower Great Lakes. However, contaminant levels in Lake Superior eggs have not decreased as fast as levels found in eggs from other regions on the Great Lakes. This is mainly due to two factors. First, the amount of particulate matter in Lake Superior is very low. Since one of the ways organochlorine compounds are removed from the water column is through sedimentation of particulate matter, the rate of removal of these compounds from Lake Superior is slow. Second, unlike the lower Great Lakes, the major pathway for contamination of Lake Superior has always been the atmosphere. Atmospheric sources are difficult to control and are global in nature.

The generally rapid decline of most contaminant levels in Herring Gull eggs in the mid and late 1970s was mainly due to regulations that were implemented in the late 1960s and early 1970s, restricting the use and production of these persistent toxic chemicals *(see Selected Contaminants)*. In stark contrast to the declines observed in other organochlorine contaminants, levels of dieldrin in Herring Gull eggs from all areas on the Great Lakes remained relatively unchanged.

The temporal trends portrayed in *Figure 3* mostly display a slow, gradual decline in contaminant levels in gull eggs since the mid-1970s with minor year to year fluctuations. Ongoing studies have shown that weather patterns in the late winter and early spring correlate very well with these minor fluctuations. Following a colder than average winter, contaminant levels in gull eggs are slightly elevated over what they would be in an average winter; following a warmer than average winter, the opposite occurs with slightly lower levels of contaminant levels found in eggs. The reason for this fluctuation seems to be that in colder than average winters there is a greater die-off of fish, e.g. alewives, which are rich in contaminants and then consumed by the gulls as food. This exposes the gulls to a higher than average contaminant load in their winter diet and the eggs they lay in the spring have slightly elevated contaminant levels.

Weather, and especially storm events, may play another role in the annual fluctuations of contaminant levels in gull eggs. Storms are known to cause turbulence to water currents and to cause disturbance or resuspension of bottom sediments. This can force contaminants found in the sediments, back into the water column. For example, a massive storm in the Saginaw River watershed in 1986 may have disturbed contaminated sediments, increasing the concentration of contaminants in the water column. This is thought to have led to increased 2,3,7,8-TCDD and PCB levels in Herring Gull eggs from Channel-Shelter Island in Saginaw Bay, in 1987. Elevated levels of these same compounds were also found in Caspian Tern eggs collected in 1987 from a Saginaw Bay colony and were associated with complete reproductive failure in that colony for that year.

1980s In the 1980s, the decrease in levels of some contaminants in Herring Gull eggs slowed and began to level off. This stabilization was largely due to different sources of contaminants compared with sources detected in the 1970s. Contaminant problems in the 1970s were due primarily to the production and disposal of chemical wastes. Most of these point sources have since been controlled. In the 1980s, primary inputs of persistent contaminants involved sources that were not as easy to control including: leaching from landfill sites via ground water, disturbance of contaminated

lake sediments, and, atmospheric deposition.

Scientists detected 2,3,7,8-TCDD and other dioxins in Great Lakes Herring Gull eggs in 1980. These chemicals have been routinely measured since 1981. Pre-1980 dioxin levels were measured using eggs collected from Scotch Bonnet Island (Lake Ontario) and Big Sister Island (Lake Michigan) that had been stored at the Canadian Wildlife Service Tissue Bank.
Levels of 2,3,7,8-TCDD in Herring Gull eggs from these two sites declined dramatically from the early 1970s *(Figure 4)*. In the early 1980s, two sites had particularly high levels of dioxins in Herring Gull eggs: Channel-Shelter Island in Saginaw Bay, Lake Huron and Scotch Bonnet Island in Lake Ontario. Elevated egg levels of 2,3,7,8-TCDD from these two sites were linked to effluents from past production of 2,4,5-trichlorophenol and 2,4,5-trichlorophenoxyacetic acid, and from the disposal of associated wastes at dump sites (see 2,3,7,8-TCDD in Selected Contaminants). In other areas of the Great Lakes, where levels of 2,3,7,8-TCDD were typically lower, the major source of this contaminant came from the atmosphere. However, since the mid-1980s dioxin levels in Herring Gull eggs from all areas on the Great Lakes have remained fairly constant with highest levels observed in eggs from Channel-Shelter Island in Saginaw Bay, Lake Huron.

1990s Levels of some contaminants in Herring Gull eggs have remained relatively stable throughout the 1990s, with no significant changes observed in levels of PCBs and DDE at some Great Lake colonies. A few significant decreases in levels of dieldrin and heptachlor epoxide have been noted during this period *(Table 1)*.

This relative "steady state" in contaminant levels indicates that these chemicals are still being released and/or recycled through the Great Lakes ecosystem by individuals, households, municipalities, industry and/or agriculture. Atmospheric deposition, agricultural land run-off, the slow movement (leaching) of discarded stocks of pesticides and other chemicals from landfill sites and agricultural soils into the Great Lakes via groundwater, and the resuspension of contaminated lake/river sediments, continue to be major indirect sources of contamination. These indirect sources are difficult to control and contribute slow, but continual, contaminant inputs into the Great Lakes ecosystem. Atmospheric deposition has become an increasingly significant route of entry of contaminants into the Great Lakes ecosystem, especially in the upper Great Lakes. On Lake Superior, for example, up to 90 per cent of toxic contaminants entering this lake comes from the atmosphere in the form of precipitation.

● = levels have remained relatively unchanged; ▼ = levels have decreased significantly.

There were no significant increases in contaminant levels during this period.

		Lake / River :	ONTARIO	NIAGARA	ERIE	DETROIT	HURON		MICHIGAN	SUPERIOR
Contaminant*	Description	Colony :	Mugg's I.	Niagara R.	Middle I.	Fighting I.	Channel–Shelter I.	Double I.	Big Sister I.	Granite I.
Dieldrin	insecticide		▼	●	●	●	●	●	●	●
HCB	fungicide, and by-product in industrial processes (B)		●	●	●	●	●	●	●	●
Photomirex	UV radiation degradation product of mirex		●	▼	●	●	●	●	●	●
QCB	industrial by-product		●	●	●	●	●	●	●	●
1,2,3,4-TCB	industrial by-product		●	●	●	●	●	▼	●	●

(B) = banned (N) = never used in Canada

* HE = heptachlor epoxide; HCB = hexachlorobenzene; QCB = pentachlorobenzene; ∝-HCH = alpha-hexachlorocyclohexane; ß-HCH = beta-hexachlorocyclohexane; 1,2,3,4-TCB = 1,2,3,4-tetrachlorobenzene; 1,2,3,5-/1,2,4,5-TCB = 1,2,3,5-/1,2,4,5-tetrachlorobenzene.

Contaminants In Great Lakes Herring Gull Eggs — **LEVELS AND TRENDS**

1970s Twenty-five years of monitoring contaminant levels in the eggs of Great Lakes Herring Gulls have shown that concentrations were highest in the early and mid-1970s and that levels from all sites have decreased greatly since that time *(Figure 3)*. However, it is almost certain that even higher levels of organochlorine contamination occurred in Herring Gull eggs in the 1960s, prior to the start of this monitoring program.

In the 1970s, the highest PCB and DDE levels were found in Herring Gull eggs from Lake Ontario, Lake Michigan and the Detroit River (although not all colonies in all lakes were sampled during this period). Lake Michigan Herring Gull eggs were also the most heavily contaminated with dieldrin. These higher levels of contamination were reflective of the intense agricultural practices, especially in fruit-growing areas in Lake Michigan and Lake Ontario, large urban populations, and large industrialized complexes present around these areas. However, these same sites also displayed the most dramatic declines in egg contaminant levels.

Herring Gull eggs from sites in Lake Superior and Lake Erie were generally the least contaminated with PCBs, DDE and dieldrin compared to the other lakes *(Figure 3)*. The lower contaminant levels in gull eggs from Lake Superior were probably due to the lower levels of development, industry and human population along its shores, in comparison with the lower Great Lakes. However, contaminant levels in Lake Superior eggs have not decreased as fast as levels found in eggs from other regions on the Great Lakes. This is mainly due to two factors. First, the amount of particulate matter in Lake Superior is very low. Since one of the ways organochlorine compounds are removed from the water column is through sedimentation of particulate matter, the rate of removal of these compounds from Lake Superior is slow. Second, unlike the lower Great Lakes, the major pathway for contamination of Lake Superior has always been the atmosphere. Atmospheric sources are difficult to control and are global in nature.

The generally rapid decline of most contaminant levels in Herring Gull eggs in the mid and late 1970s was mainly due to regulations that were implemented in the late 1960s and early 1970s, restricting the use and production of these persistent toxic chemicals *(see Selected Contaminants)*. In stark contrast to the declines observed in other organochlorine contaminants, levels of dieldrin in Herring Gull eggs from all areas on the Great Lakes remained relatively unchanged.

1980s In the 1980s, the decrease in levels of some contaminants in Herring Gull eggs slowed and began to level off. This stabilization was largely due to different sources of contaminants compared with sources detected in the 1970s. Contaminant problems in the 1970s were due primarily to the production and disposal of chemical wastes. Most of these point sources have since been controlled. In the 1980s, primary inputs of persistent contaminants involved sources that were not as easy to control including: leaching from landfill sites via ground water, disturbance of contaminated

Year to Year Fluctuations — the influence of weather on contaminant levels in gull eggs.

The temporal trends portrayed in *Figure 3* mostly display a slow, gradual decline in contaminant levels in gull eggs since the mid-1980s with minor year to year fluctuations. Ongoing studies have shown that weather patterns in the late winter and early spring correlate very well with these minor fluctuations. Following a colder than average winter, contaminant levels in gull eggs are slightly elevated over what they would be in an average winter; following a warmer than average winter, the opposite occurs with slightly lower levels of contaminant levels found in eggs. The reason for this fluctuation seems to be that in colder than average winters there is a greater die-off of fish, e.g. alewives, which are rich in contaminants and then consumed by the gulls as food. This exposes the gulls to a higher than average contaminant load in their winter diet and the eggs they lay in the spring have slightly elevated contaminant levels.

Weather, and especially storm events, may play another role in the annual fluctuations of contaminant levels in gull eggs. Storms are known to cause turbulence to water currents and to cause disturbance or resuspension of bottom sediments. This can force contaminants found in the sediments, back into the water column. For example, a massive storm in the Saginaw River watershed in 1986 may have disturbed contaminated sediments, increasing the concentration of contaminants in the water column. This is thought to have led to increased 2,3,7,8-TCDD and PCB levels in Herring Gull eggs from Channel-Shelter Island in Saginaw Bay, in 1987. Elevated levels of these same compounds were also found in Caspian Tern eggs collected in 1987 from a Saginaw Bay colony and were associated with complete reproductive failure in that colony for that year.

lake sediments, and, atmospheric deposition.

Scientists detected 2,3,7,8-TCDD and other dioxins in Great Lakes Herring Gull eggs in 1980. These chemicals have been routinely measured since 1981. Pre-1980 dioxin levels were measured using eggs collected from Scotch Bonnet Island (Lake Ontario) and Big Sister Island (Lake Michigan) that had been stored at the Canadian Wildlife Service Tissue Bank. Levels of 2,3,7,8-TCDD in Herring Gull eggs from these two sites declined dramatically from the early 1970s *(Figure 4)*. In the early 1980s, two sites had particularly high levels of dioxins in Herring Gull eggs: Channel-Shelter Island in Saginaw Bay, Lake Huron and Scotch Bonnet Island in Lake Ontario. Elevated egg levels of 2,3,7,8-TCDD from these two sites were linked to effluents from past production of 2,4,5-trichlorophenol and 2,4,5-trichlorophenoxyacetic acid, and from the disposal of associated wastes at dump sites (see 2,3,7,8-TCDD in Selected Contaminants). In other areas of the Great Lakes, where levels of 2,3,7,8-TCDD were typically lower, the major source of this contaminant came from the atmosphere. However, since the mid-1980s dioxin levels in Herring Gull eggs from all areas on the Great Lakes have remained fairly constant with highest levels observed in eggs from Channel-Shelter Island in Saginaw Bay, Lake Huron.

1990s Levels of some contaminants in Herring Gull eggs have remained relatively stable throughout the 1990s, with no significant changes observed in levels of PCBs and DDE at some Great Lake colonies. A few significant decreases in levels of dieldrin and heptachlor epoxide have been noted during this period *(Table 1)*.

This relative "steady state" in contaminant levels indicates that these chemicals are still being released and/or recycled through the Great Lakes ecosystem by individuals, households, municipalities, industry and/or agriculture. Atmospheric deposition, agricultural land run-off, the slow movement (leaching) of discarded stocks of pesticides and other chemicals from landfill sites and agricultural soils into the Great Lakes via groundwater, and the resuspension of contaminated lake/river sediments, continue to be major indirect sources of contamination. These indirect sources are difficult to control and contribute slow, but continual, contaminant inputs into the Great Lakes ecosystem. Atmospheric deposition has become an increasingly significant route of entry of contaminants into the Great Lakes ecosystem, especially in the upper Great Lakes. On Lake Superior, for example, up to 90 per cent of toxic contaminants entering this lake comes from the atmosphere in the form of precipitation.

Table 1. Trends in other organochlorine contaminants in Herring Gull eggs from eight colonies on the Great Lakes between 1990 and 1995

● = levels have remained relatively unchanged ▼ = levels have decreased significantly

There were no significant increases in contaminant levels during this period

		Lake / River :	ONTARIO	NIAGARA	ERIE	DETROIT	HURON		MICHIGAN	SUPERIOR
Contaminant*	Description	Colony :	Mugg's I.	Niagara R.	Middle I.	Fighting I.	Channel-Shelter I.	Double I.	Big Sister I.	Granite I.
Dieldrin	insecticide		▼	●	●	●	●	●	●	●
HE	metabolite of an insecticide (B)		●	●	●	●	●	●	●	▼
HCB	fungicide, and by-product in industrial processes (B)		●	●	●	●	●	●	●	●
Mirex	organochlorine insecticide (N)		●	●	●	●	●	●	●	●
Photomirex	UV radiation degradation product of mirex		●	▼	●	●	●	●	●	●
Oxy-chlorane	organochlorine insecticide (B)		▼	●	●	●	●	●	●	●
QCB	industrial by-product		●	●	●	●	●	●	●	●
∝-HCH	components of lindane (an insecticide)		●	▼	▼	●	●	▼	●	▼
ß-HCH	currently used outside Canada		●	●	●	●	●	●	●	●
1,2,3,4-TCB	industrial by-product		●	●	●	●	●	▼	●	●
1,2,3,4-TCB TCB	industrial by-product		●	●	●	●	●	●	●	●

(B) = banned (N) = never used in Canada

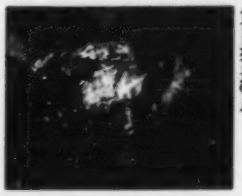
* HE = heptachlor epoxide; HCB = hexachlorobenzene; QCB = pentachlorobenzene; ∝-HCH = alpha-hexachlorocyclohexane; ß-HCH = beta-hexachlorocyclohexane; 1,2,3,4-TCB = 1,2,3,4-tetrachlorobenzene; 1,2,3,5- 1,2,4,5-TCB = 1,2,3,5- 1,2,4,5-tetrachlorobenzene

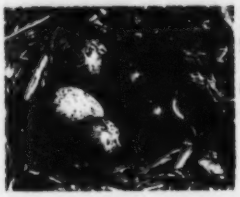
Effects of **Organochlorines**

The presence of elevated levels of toxic chemicals in the Great Lakes food chain has coincided with poor health, reproductive impairments and other physiological problems in Herring Gulls and at least seven other long-lived, fish-eating waterbird species, including Ring-billed Gulls, Double-crested Cormorants, Common, Caspian and Forster's Terns, Black-crowned Night-Herons and Bald Eagles. All of these waterbird species are top predators which feed, breed and live at least part of the year in the Great Lakes basin.

Problems such as reduced hatching success, eggshell thinning and abnormal adult behaviour during nesting were first detected in several of these species in the late 1960s and early 1970s. Since then other problems such as deformities in embryos and hatched young, biochemical changes, endocrine disruption and suppressed immune function have been observed *(Table 2)*. The majority of these effects have been most widespread when high levels of certain organochlorines have been found in both adult birds and their eggs. Eggs from these species become contaminated because the fat-soluble organochlorines are transferred from female birds into the fat that is required to produce the egg yolk.

Herring Gulls and other fish-eating waterbirds living on the Great Lakes have helped scientists, researchers and the general public understand the effects of prolonged exposure of bird populations to persistent toxic chemicals. Effects such as those described in Table 2 are often used as "biomarkers" when monitoring the health of wildlife in the Great Lakes. Biomarkers such as impaired reproductive function and biochemical or behavioural changes allow researchers to detect contaminant-related effects in individual animals at an early, preventive stage before they can lead to disability, disease and ultimately death at the population level.

Contaminant Effect	Evidence in the Great Lakes	Current Status
Eggshell Thinning – caused by high DDE levels in the 1950s, 1960s and 1970s  by Chip Weseloh *Thin-shelled Herring Gull egg.*	– first confirmed reproductive problem related to contaminants found in birds on the Great Lakes – resulted in widespread eggshell breakage, causing population declines of fish-eating waterbird species including Double-crested Cormorants, Ospreys, Bald Eagles, Black-crowned Night-Herons and Herring Gulls	– due to regulatory controls and ban of DDT, eggshell thinning is no longer a problem resulting in improved reproductive success of affected species
Reproductive Failure – causes include early embryonic death, embryo toxicity and abnormal parental behaviour during incubation	– Herring Gulls, Double-crested Cormorants and Bald Eagles were not reproducing during the late 1960s and 1970s when highest levels of organochlorines were present	– due to significant declines in organochlorine levels, reproductive success has improved in most fish-eating waterbird species – Bald Eagles have returned to nest in many areas of the Great Lakes, except for the shorelines of Lake Ontario – the reproductive success of Bald Eagles is improving, but is not sufficient to maintain a stable population
Congenital Deformities by Chip Weseloh *Double-crested Cormorant with a deformed bill.*	– most deformities reported in the early to mid-1970s from contaminated sites on Lake Ontario and in the 1980s on Lake Michigan – crossed bills, jaw defects, extra limbs, and malformed feet, joints and eyes were found in Herring Gulls and at least eight other species of fish-eating waterbirds	– waterbirds continue to display higher rates of deformities (e.g. bill defects in Bald Eagles) compared to clean sites outside of the Basin – greatest incidence in areas of high contamination such as Green Bay (Lake Michigan) and Saginaw Bay (Lake Huron) – studies continue on the links between contaminants and developmental problems in certain waterbird species
Biochemical Changes	– abnormal liver function in Herring Gulls including: increased activity of enzymes that attack toxic chemicals entering the body; elevated levels of porphyrins; and, unusually low levels of vitamin A – low levels of Vitamin A may increase susceptibility to infectious diseases, possibly affecting the survival and development of young chicks	– biochemical measures indicate that Herring Gulls are still chemically stressed – full effect of biochemical changes on the reproduction or life span of waterbirds is not known at this time

Contaminant Effect	Evidence in the Great Lakes	Current Status
Enlarged Thyroid – linked to exposure to certain contaminants (e.g. PCBs, DDE, dieldrin)	– most prevalent in Herring Gulls from contaminated sites including Saginaw Bay (Lake Huron), Green Bay (Lake Michigan), western Lake Erie and Lake Ontario	– in response to decreased contaminant levels in the Great Lakes aquatic food chain, the severity of enlarged thyroid has decreased in Herring Gull populations
Endocrine Disruption (feminization) – DDE is the most potent, abundant, persistent and bioaccumulative chemical that disrupts sex hormone function – sufficient exposure during early embryonic stages can result in abnormal development of male reproductive tissues and could reduce the number of normal males that return to the breeding colony – can result in supernormal clutches (nest with five or more eggs) as a result of two or more females occupying the same nest	– this effect was observed as early as the 1970s in Lake Ontario Herring Gulls when concentrations of DDE were high  by Pierre Mineau *Super normal clutch size.*	– the incidence and extent of endocrine disruption in Great Lakes Herring Gulls is currently unknown – research is underway to examine the relationship between chemicals that mimic hormones and effects observed in several waterbird species in the Great Lakes basin – a skewed sex ratio and supernormal clutches could also result from increased mortality of males – supernormal clutches are still being found on some Great Lakes Herring Gull colonies – very few of the eggs in a supernormal clutch are fertile and hatch
Suppressed Immune Function – several contaminants (e.g. PCBs and TCDDs) suppress important immune functions and can increase susceptibility to infectious diseases	– at highly contaminated sites Herring Gulls and Caspian Terns have suppressed T-lymphocyte function, atrophy of the thymus gland, and altered white blood cell counts	– recent studies indicate T-cell-mediated immunity in Herring Gull chicks suppressed by 35-45% in highly contaminated colonies in Hamilton Harbour (Lake Ontario), Saginaw Bay (Lake Huron) and western Lake Erie – research is underway to determine the extent and significance of this suppressed immune function in fish-eating waterbirds, as well as examine the relationships between immunological and other physiological effects
Genotoxicity – polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) and some metals are capable of inducing genetic mutations	– DNA fingerprinting revealed higher mutation frequencies in young Herring Gulls inhabiting Hamilton Harbour compared to three rural sites (Kent Island in the Bay of Fundy, Chantry Island in Lake Huron and Presqu'ile Provincial Park in Lake Ontario)	– these mutations in DNA are thought to occur very early in development – such mutations may result in increased genetic disease or altered gene function leading to unfavourable changes in the gene pool

Improving the **Great Lakes Ecosystem**

The Canadian and the United States governments work together to improve the conditions in the Great Lakes through the binational Great Lakes Water Quality Agreement (GLWQA). Canada and Ontario have built a strong Canadian domestic program to achieve the goals called for under the Canada-U.S. GLWQA. In 1994, the Canada-Ontario Agreement Respecting the Great Lakes Basin Ecosystem (COA) was established to assist in meeting Canada's obligations under the binational GLWQA. Both governments recognize that a cooperative partnership with the U.S. is vital to the long-term health of the Great Lakes Basin Ecosystem. This Agreement provides a process, commitments and guidelines for developing and implementing Remedial Action Plans (RAPs) for designated Areas of Concern (AOCs) and Lakewide Management Plans (LaMPs) for critical pollutants.

LaMPs are being developed to establish and implement chemical load reduction commitments under the binational GLWQA and to address the broader ecosystem issues common to both countries. There are binational LaMPs being developed for lakes Ontario, Erie and Superior. Individual LaMP programs are unique to each lake and are designed to restore targeted beneficial uses. Projects initiated by LaMPs have already produced promising results in improving water quality.

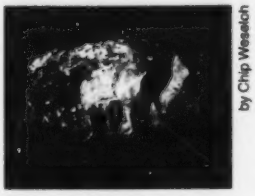
In conjunction with local communities, the private sector and all levels of government, Remedial Action Plans (RAPs) are also being developed and implemented in designated Great Lakes Areas of Concern (AOCs) identified by the International Joint Commission. There are 42 AOCs in the Great Lakes basin, including 17 in Canada (five of these are shared with the U.S.). The RAPs are working cooperatively to restore beneficial uses to these designated areas, most of which are located near large urban areas where pollution from industries, sewage treatment plants, landfills and other sources enters nearby rivers,

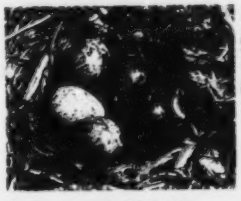
Effects of **Organochlorines**

The presence of elevated levels of toxic chemicals in the Great Lakes food chain has coincided with poor health, reproductive impairments and other physiological problems in Herring Gulls and at least seven other long-lived, fish-eating waterbird species, including Ring-billed Gulls, Double-crested Cormorants, Common, Caspian and Forster's Terns, Black-crowned Night-Herons and Bald Eagles. All of these waterbird species are top predators which feed, breed and live at least part of the year in the Great Lakes basin.

Problems such as reduced hatching success, eggshell thinning and abnormal adult behaviour during nesting were first detected in several of these species in the late 1960s and early 1970s. Since then other problems such as deformities in embryos and hatched young, biochemical changes, endocrine disruption and suppressed immune function have been observed *(Table 2)*. The majority of these effects have been most widespread when high levels of certain organochlorines have been found in both adult birds and their eggs. Eggs from these species become contaminated because the fat-soluble organochlorines are transferred from female birds into the fat that is required to produce the egg yolk.

Herring Gulls and other fish-eating waterbirds living on the Great Lakes have helped scientists, researchers and the general public understand the effects of prolonged exposure of bird populations to persistent toxic chemicals. Effects such as those described in Table 2 are often used as "biomarkers" when monitoring the health of wildlife in the Great Lakes. Biomarkers such as impaired reproductive function and biochemical or behavioural changes allow researchers to detect contaminant-related effects in individual animals at an early, preventive stage before they can lead to disability, disease and ultimately death at the population level.

Contaminant Effect	Evidence in the Great Lakes	Current Status
Eggshell Thinning – caused by high DDE levels in the 1950s, 1960s and 1970s  by Chip Weseloh *Thin-shelled Herring Gull egg.*	– first confirmed reproductive problem related to contaminants found in birds on the Great Lakes – resulted in widespread eggshell breakage, causing population declines of fish-eating waterbird species including Double-crested Cormorants, Ospreys, Bald Eagles, Black-crowned Night-Herons and Herring Gulls	– due to regulatory controls and ban of DDT, eggshell thinning is no longer a problem resulting in improved reproductive success of affected species
Reproductive Failure – causes include early embryonic death, embryo toxicity and abnormal parental behaviour during incubation	– Herring Gulls, Double-crested Cormorants and Bald Eagles were not reproducing during the late 1960s and 1970s when highest levels of organochlorines were present	– due to significant declines in organochlorine levels, reproductive success has improved in most fish-eating waterbird species – Bald Eagles have returned to nest in many areas of the Great Lakes, except for the shorelines of Lake Ontario – the reproductive success of Bald Eagles is improving, but is not sufficient to maintain a stable population
Congenital Deformities by Chip Weseloh *Double-crested Cormorant with a deformed bill.*	– most deformities reported in the early to mid-1970s from contaminated sites on Lake Ontario and in the 1980s on Lake Michigan – crossed bills, jaw defects, extra limbs, and malformed feet, joints and eyes were found in Herring Gulls and at least eight other species of fish-eating waterbirds	– waterbirds continue to display higher rates of deformities (e.g. bill defects in Bald Eagles) compared to clean sites outside of the Basin – greatest incidence in areas of high contamination such as Green Bay (Lake Michigan) and Saginaw Bay (Lake Huron) – studies continue on the links between contaminants and developmental problems in certain waterbird species
Biochemical Changes	– abnormal liver function in Herring Gulls including: increased activity of enzymes that attack toxic chemicals entering the body; elevated levels of porphyrins; and, unusually low levels of vitamin A – low levels of Vitamin A may increase susceptibility to infectious diseases, possibly affecting the survival and development of young chicks	– biochemical measures indicate that Herring Gulls are still chemically stressed – full effect of biochemical changes on the reproduction or life span of waterbirds is not known at this time

Contaminant Effect	Evidence in the Great Lakes	Current Status
Enlarged Thyroid – linked to exposure to certain contaminants (e.g. PCBs, DDE, dieldrin)	– most prevalent in Herring Gulls from contaminated sites including Saginaw Bay (Lake Huron), Green Bay (Lake Michigan), western Lake Erie and Lake Ontario	– in response to decreased contaminant levels in the Great Lakes aquatic food chain, the severity of enlarged thyroid has decreased in Herring Gull populations
Endocrine Disruption (feminization) – DDE is the most potent, abundant, persistent and bioaccumulative chemical that disrupts sex hormone function – sufficient exposure during early embryonic stages can result in abnormal development of male reproductive tissues and could reduce the number of normal males that return to the breeding colony – can result in supernormal clutches (nest with five or more eggs) as a result of two or more females occupying the same nest	– this effect was observed as early as the 1970s in Lake Ontario Herring Gulls when concentrations of DDE were high  by Pierre Mineau *Super normal clutch size.*	– the incidence and extent of endocrine disruption in Great Lakes Herring Gulls is currently unknown – research is underway to examine the relationship between chemicals that mimic hormones and effects observed in several waterbird species in the Great Lakes basin – a skewed sex ratio and supernormal clutches could also result from increased mortality of males – supernormal clutches are still being found on some Great Lakes Herring Gull colonies – very few of the eggs in a supernormal clutch are fertile and hatch
Suppressed Immune Function – several contaminants (e.g. PCBs and TCDDs) suppress important immune functions and can increase susceptibility to infectious diseases	– at highly contaminated sites Herring Gulls and Caspian Terns have suppressed T-lymphocyte function, atrophy of the thymus gland, and altered white blood cell counts	– recent studies indicate T-cell-mediated immunity in Herring Gull chicks suppressed by 35-45% in highly contaminated colonies in Hamilton Harbour (Lake Ontario), Saginaw Bay (Lake Huron) and western Lake Erie – research is underway to determine the extent and significance of this suppressed immune function in fish-eating waterbirds, as well as examine the relationships between immunological and other physiological effects
Genotoxicity – polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) and some metals are capable of inducing genetic mutations	– DNA fingerprinting revealed higher mutation frequencies in young Herring Gulls inhabiting Hamilton Harbour compared to three rural sites (Kent Island in the Bay of Fundy, Chantry Island in Lake Huron and Presqu'ile Provincial Park in Lake Ontario)	– these mutations in DNA are thought to occur very early in development – such mutations may result in increased genetic disease or altered gene function leading to unfavourable changes in the gene pool

Improving the **Great Lakes Ecosystem**

The Canadian and the United States governments work together to improve the conditions in the Great Lakes through the binational Great Lakes Water Quality Agreement (GLWQA). Canada and Ontario have built a strong Canadian domestic program to achieve the goals called for under the Canada-U.S. GLWQA. In 1994, the Canada-Ontario Agreement Respecting the Great Lakes Basin Ecosystem (COA) was established to assist in meeting Canada's obligations under the binational GLWQA. Both governments recognize that a cooperative partnership with the U.S. is vital to the long-term health of the Great Lakes Basin Ecosystem. This Agreement provides a process, commitments and guidelines for developing and implementing Remedial Action Plans (RAPs) for designated Areas of Concern (AOCs) and Lakewide Management Plans (LaMPs) for critical pollutants.

LaMPs are being developed to establish and implement chemical load reduction commitments under the binational GLWQA and to address the broader ecosystem issues common to both countries. There are binational LaMPs being developed for lakes Ontario, Erie and Superior. Individual LaMP programs are unique to each lake and are designed to restore targeted beneficial uses. Projects initiated by LaMPs have already produced promising results in improving water quality.

In conjunction with local communities, the private sector and all levels of government, Remedial Action Plans (RAPs) are also being developed and implemented in designated Great Lakes Areas of Concern (AOCs) identified by the International Joint Commission. There are 42 AOCs in the Great Lakes basin, including 17 in Canada (five of these are shared with the U.S.). The RAPs are working cooperatively to restore beneficial uses to these designated areas, most of which are located near large urban areas where pollution from industries, sewage treatment plants, landfills and other sources enters nearby rivers.

harbours and channels. Examples of beneficial uses include fish and wildlife habitat, beaches for swimming and drinkable water. One of four AOCs on Lake Huron, Collingwood Harbour, has been "delisted", making it the first AOC on the Great Lakes to achieve its restoration goals. An AOC is "delisted" or considered cleaned up when all beneficial uses which were lost through contamination and development are restored.

Research indicates that levels of persistent toxic chemicals in the Great Lakes have been substantially reduced over the past 25 years. Although this stands as a major achievement, there is still a long way to go to restoring the Great Lakes ecosystem to a healthy state. Current contaminant trends indicate a sustained contaminant load to the Great Lakes. Even though these contaminant levels are much lower than they were in the 1970s, levels of dioxins, PCBs and other related chemicals in the Great Lakes are still present due to undetected sources, atmospheric deposition and release from contaminated bottom sediments.

Fish-eating birds such as the Herring Gull continue to be good sentinels of aquatic food web contamination and associated biological abnormalities occurring in animals living in the Great Lakes basin. By monitoring contaminant levels in the eggs, researchers can detect the presence of biologically significant concentrations of chemicals in the Great Lakes that may, for example, interfere with the normal development of embryos or cause other subtle reproductive effects. These contaminants would be expected to occur in the tissues of any species, including humans, that eat large numbers of fish from the Great Lakes basin.

Obviously there are differences between birds and human beings, so the exact health effects found in the birds are not necessarily indicators of the same health impacts in humans. However, studies of infants of mothers who ate large amounts of highly contaminated Great Lakes fish indicate that some developmental effects can occur in the children. Assessment of potential effects of contaminants in human populations is usually based on the available information including the results of toxicological studies in other mammals, studies of highly exposed populations, and the degree of exposure. The effects of long term exposure to small concentrations of contaminants remains a focus of ongoing research in wildlife and human health.

The incidents of dead embryos in eggs, deformities and biochemical changes in birds in the Great Lakes should not be taken lightly. They are indicators of something amiss in the ecosystem and are linked to the emerging issue of chemicals and endocrine disruption. Other top-predator species in the Great Lakes have demonstrated similar responses, including humans. The Great Lakes must be clean enough for all species to live and reproduce normally. The challenge of restoring the Great Lakes ecosystem must be met in the future by the whole global community if virtual elimination of contaminants is to be achieved.

For Further Reading

Bishop, C. A., D. V. Weseloh, N. M. Burgess, J. Struger, R. J. Norstrom and K. A. Logan. 1992. An atlas of contaminants in eggs of fish-eating colonial birds of the Great Lakes (1970-1992), Technical Report Series, Canadian Wildlife Service, Ontario Region.

Colborn, T., D. Dumanoski, J. P. Myers. 1996. Our stolen future: are we threatening our fertility, intelligence and survival? : a scientific detective story. New York. 306 pp.

Ewins, P. J., D. V. Weseloh, J. H. Groom, R. Z. Dobos and P. Mineau. 1994. The diet of Herring Gulls (Larus argentatus) during winter and early spring on the lower Great Lakes. Hydrobiologia 279/280: 39-55.

Fox, G. A. 1993. What have biomarkers told us about the effects of contaminants on the health of fish-eating birds in the Great Lakes? The theory and a literature review. Journal of Great Lakes Research 19: 722-736.

Gilbertson, M., T. Kubiak, J. Ludwig and G. Fox. 1991. Great Lakes embryo mortality, edema, and deformities syndrome (GLEMEDS) in colonial fish-eating birds: similarity to chick-edema disease. Journal of Toxicology and Environmental Health 33:455-520.

Government of Canada. 1991. Toxic chemicals in the Great Lakes and associated effects. Vol. 1: Contaminant levels and trends and Vol. 2: Effects. Environment Canada, Department of Fisheries and Oceans, Health and Welfare Canada, Minister of Supply and Services, Ottawa. 755 pp.

Grasman, K. A., G. A. Fox, P. F. Scanlon, and J.P. Ludwig. 1996. Organochlorine—associated immunosuppression in prefledgling Caspian terns and herring gulls from the Great Lakes: An ecoepidemiological study. Environmental Health Perspectives 104 (Suppl. 4) :829-842.

Hebert, C. E., R. J. Norstrom, M. Simon, B. M. Braune, D. V. Weseloh and C. R. Macdonald. 1994. Temporal trends and sources of PCDDs and PCDFs in the Great Lakes: Herring Gull egg monitoring, 1981-1991. Environmental Science and Technology 28: 1268-1277.

Smith, D. W. 1995. Synchronous response of hydrophobic chemicals in Herring Gull eggs from the Great Lakes. Environmental Science and Technology 29: 740-750.

Additional Information

Additional information on Herring Gulls, monitoring programs on other fish-eating birds and wildlife in the Great Lakes may be obtained from the following address:

Environment Canada
Canadian Wildlife Service (Ontario Region)
P.O. Box 5050,
Burlington, Ontario L7R 4A6

Information on Great Lakes issues may be obtained from the following addresses:

Environment Canada
4905 Dufferin St.
Downsview, Ontario
M3H 5T4

or

The International Joint Commission
100 Ouellette Ave.
Windsor, Ontario
N9A 6T3

Additional fact sheets in this Great Lakes series:

- Bringing the Bald Eagle Back to Lake Erie
- The Fall and Rise of Osprey Populations in the Great Lakes Basin
- The Rise of the Double-crested Cormorant on the Great Lakes: Winning the War Against Contaminants
- Amphibians and Reptiles in Great Lakes Wetlands: Threats and Conservation

For further information on this and other Great Lakes programs, visit Environment Canada's Greenlane on the World Wide Web:
http://www.cciw.ca/glimr/intro.html

Authors: D. P. Ryckman, D. V. Chip Weseloh and C. A. Bishop

Published by Authority of the Minister of Environment

© Minister of Public Works and Government Services Canada, 1997

Catalogue No. En 40-222/6-1997E
ISBN 0-662-25529-1

Également disponible en français sous le titre:
Les contaminants dans les oeufs des Goélands argentés des Grands Lacs: 25 années de surveillance des niveaux et des effects.

Canada

harbours and channels. Examples of beneficial uses include fish and wildlife habitat, beaches for swimming and drinkable water. One of four AOCs on Lake Huron, Collingwood Harbour, has been "delisted", making it the first AOC on the Great Lakes to achieve its restoration goals. An AOC is "delisted" or considered cleaned up when all beneficial uses which were lost through contamination and development are restored.

Research indicates that levels of persistent toxic chemicals in the Great Lakes have been substantially reduced over the past 25 years. Although this stands as a major achievement, there is still a long way to go to restoring the Great Lakes ecosystem to a healthy state. Current contaminant trends indicate a sustained contaminant load to the Great Lakes. Even though these contaminant levels are much lower than they were in the 1970s, levels of dioxins, PCBs and other related chemicals in the Great Lakes are still present due to undetected sources, atmospheric deposition and release from contaminated bottom sediments.

Fish-eating birds such as the Herring Gull continue to be good sentinels of aquatic food web contamination and associated biological abnormalities occurring in animals living in the Great Lakes basin. By monitoring contaminant levels in the eggs, researchers can detect the presence of biologically significant concentrations of chemicals in the Great Lakes that may, for example, interfere with the normal development of embryos or cause other subtle reproductive effects. These contaminants would be expected to occur in the tissues of any species, including humans, that eat large numbers of fish from the Great Lakes basin.

Obviously there are differences between birds and human beings, so the exact health effects found in the birds are not necessarily indicators of the same health impacts in humans. However, studies of infants of mothers who ate large amounts of highly contaminated Great Lakes fish indicate that some developmental effects can occur in the children. Assessment of potential effects of contaminants in human populations is usually based on the available information including the results of toxicological studies in other mammals, studies of highly exposed populations, and the degree of exposure. The effects of long term exposure to small concentrations of contaminants remains a focus of ongoing research in wildlife and human health.

The incidents of dead embryos in eggs, deformities and biochemical changes in birds in the Great Lakes should not be taken lightly. They are indicators of something amiss in the ecosystem and are linked to the emerging issue of chemicals and endocrine disruption. Other top-predator species in the Great Lakes have demonstrated similar responses, including humans. The Great Lakes must be clean enough for all species to live and reproduce normally. The challenge of restoring the Great Lakes ecosystem must be met in the future by the whole global community if virtual elimination of contaminants is to be achieved.

For Further Reading

Bishop, C. A., D. V. Weseloh, N. M. Burgess, J. Struger, R. J. Norstrom and K. A. Logan. 1992. An atlas of contaminants in eggs of fish-eating colonial birds of the Great Lakes (1970-1992), Technical Report Series, Canadian Wildlife Service, Ontario Region.

Colborn, T., D. Dumanoski, J. P. Myers. 1996. Our stolen future: are we threatening our fertility, intelligence and survival? : a scientific detective story. New York. 306 pp.

Ewins, P. J., D. V. Weseloh, J. H. Groom, R. Z. Dobos and P. Mineau. 1994. The diet of Herring Gulls (Larus argentatus) during winter and early spring on the lower Great Lakes. Hydrobiologia 279/280: 39-55.

Fox, G. A. 1993. What have biomarkers told us about the effects of contaminants on the health of fish-eating birds in the Great Lakes? The theory and a literature review. Journal of Great Lakes Research 19: 722-736.

Gilbertson, M., T. Kubiak, J. Ludwig and G. Fox. 1991. Great Lakes embryo mortality, edema, and deformities syndrome (GLEMEDS) in colonial fish-eating birds: similarity to chick-edema disease. Journal of Toxicology and Environmental Health 33:455-520.

Government of Canada. 1991. Toxic chemicals in the Great Lakes and associated effects. Vol. 1: Contaminant levels and trends and Vol. 2: Effects. Environment Canada, Department of Fisheries and Oceans, Health and Welfare Canada, Minister of Supply and Services, Ottawa. 755 pp.

Grasman, K. A., G. A. Fox, P. F. Scanlon, and J.P. Ludwig. 1996. Organochlorine — associated immunosuppression in prefledgling Caspian terns and herring gulls from the Great Lakes: An ecoepidemilogical study. Environmental Health Perspectives 104 (Suppl. 4) :829-842.

Hebert, C. E., R. J. Norstrom, M. Simon, B. M. Braune, D. V. Weseloh and C. R. Macdonald. 1994. Temporal trends and sources of PCDDs and PCDFs in the Great Lakes: Herring Gull egg monitoring, 1981-1991. Environmental Science and Technology 28: 1268-1277.

Smith, D. W. 1995. Synchronous response of hydrophobic chemicals in Herring Gull eggs from the Great Lakes. Environmental Science and Technology 29: 740-750.

Additional Information

Additional information on Herring Gulls, monitoring programs on other fish-eating birds and wildlife in the Great Lakes may be obtained from the following address:

Environment Canada
Canadian Wildlife Service (Ontario Region)
P.O. Box 5050,
Burlington, Ontario L7R 4A6

Information on Great Lakes issues may be obtained from the following addresses:

Environment Canada
4905 Dufferin St.
Downsview, Ontario
M3H 5T4

or

The International Joint Commission
100 Ouellette Ave.
Windsor, Ontario
N9A 6T3

Additional fact sheets in this Great Lakes series:

- Bringing the Bald Eagle Back to Lake Erie
- The Fall and Rise of Osprey Populations in the Great Lakes Basin
- The Rise of the Double-crested Cormorant on the Great Lakes: Winning the War Against Contaminants
- Amphibians and Reptiles in Great Lakes Wetlands: Threats and Conservation

For further information on this and other Great Lakes programs, visit Environment Canada's Greenlane on the World Wide Web:
http://www.cciw.ca/glimr/intro.html

Authors: D. P. Ryckman, D. V. Chip Weseloh and C. A. Bishop

Published by Authority of the Minister of Environment

© Minister of Public Works and Government Services Canada, 1997

Catalogue No. En 40-222/6-1997E
ISBN 0-662-25529-1

Également disponible en français sous le titre:
Les contaminants dans les oeufs des Goélands argentés des Grands Lacs: 25 années de surveillance des niveaux et des effects.

Canada

Environnement Canada Environment Canada

FICHE D'INFORMATION SUR LES GRANDS LACS

Les contaminants dans les œufs des Goélands argentés des Grands Lacs : **25 années de surveillance des niveaux et des effets**

Cette fiche d'information décrit l'évolution des concentrations de quatre composés organochlorés choisis trouvés dans les œufs de Goélands argentés de 1971 à 1995. Elle présente également certains des effets biologiques associés à ces produits chimiques qui ont été observés tant chez les Goélands argentés que chez les autres oiseaux aquatiques piscivores des Grands Lacs. Deux des composés dont il est question ici sont tout d'abord entrés dans l'environnement sous forme de pesticides organochlorés : il s'agit de la dieldrine et du 1,1-dichloro-2,2 bis (p-chlorophényl)-éthylène (DDE), qui est le produit de décomposition stable du pesticide dichlorodiphényltrichloroéthane (DDT). Les deux autres composés dont il est question ici sont un biphényle polychloré (PCB) et une dioxine appelée 2,3,7,8-tétrachlorodibenzo-p-dioxine (2,3,7,8-TCDD). Cette fiche d'information explique également les raisons qui motivent ce programme continu de surveillance et montre à quel point les résultats témoignent des efforts soutenus déployés pour rétablir la santé de l'écosystème des Grands Lacs.

Introduction

Au début des années 1970, un biologiste se rend sur l'île Scotch Bonnet, qui longe la rive nord du lac Ontario. Il dénombre plus de 100 nids de Goélands argentés (Larus argentatus) sur cette petite île. Toutefois, il ne peut trouver que 17 oisillons alors qu'il devrait y en avoir au moins 100 (un oisillon par nid). Où sont-ils tous passés? Que leur est-il arrivé? Or, au même moment, les chercheurs découvrent que les Goélands argentés et les autres oiseaux aquatiques des Grands Lacs, particulièrement les populations des lacs Ontario et Michigan, comptent parmi les plus contaminés de la planète. Ces conditions incitent, en 1971, le Service canadien de la faune (SCF) à lancer un programme de surveillance des produits chimiques toxiques rémanents dans les œufs des Goélands argentés et à étudier les effets biologiques de ces contaminants sur les oiseaux aquatiques des Grands Lacs.

Plus de 400 produits chimiques anthropiques ont été décelés dans le biote des Grands Lacs. La recherche et la surveillance ont mis l'accent sur les métaux lourds comme le mercure, les pesticides organochlorés tels que le dichloro-diphényl-dichloroéthane (DDT), la dieldrine et le mirex, et d'autres produits organiques chlorés tels que les biphényles polychlorés (PCB), l'hexachlorobenzène (HCB), les dioxines et les furannes. Tous ces contaminants ont été décelés dans les œufs des Goélands argentés et sont mesurés couramment. Aujourd'hui, le Goéland argenté est toujours reconnu comme l'une des principales espèces indicatrices de la contamination de l'environnement des Grands Lacs. Le programme est l'un des plus vieux programmes de surveillance des contaminants de la faune au monde.

Goéland argenté adulte

par Brian Morin

Le Goéland argenté

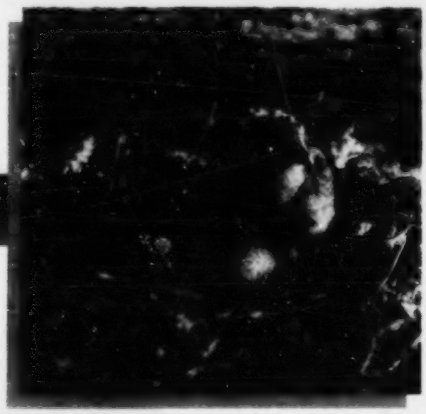
Le Goéland argenté est un gros oiseau aquatique omnivore, qui fait environ 64 cm (2 pieds) du bec à la queue. Les adultes sont blancs avec un dos et des ailes gris pâle; l'extrémité des ailes est noire, avec une tache blanche. Les becs jaunes sont marqués d'un point rouge à l'extrémité inférieure tandis que les pattes sont roses.

Le Goéland argenté est le goéland le plus répandu de l'hémisphère nord. En Amérique du Nord, il niche dans le tiers supérieur (nord) du continent, y compris l'ensemble de l'Ontario; on le trouve sur les cinq Grands Lacs. Au début du siècle, la population de Goélands argentés a failli disparaître en raison des persécutions subies antérieurement sur les lieux de nidification et de la demande de plumes d'oiseaux de la part de l'industrie de la chapellerie à la fin du XIX[e] siècle. À l'époque, les populations de Goélands argentés des Grands Lacs ont atteint un creux historique. La Convention concernant les oiseaux migrateurs de 1916 a protégé le Goéland argenté contre de nouvelles persécutions et a ainsi permis aux populations de déborder des limites de leur aire et de prendre de l'expansion. Sur les Grands Lacs, les populations de Goélands argentés ont commencé à croître au cours des années 1940.

Le Goéland argenté étant un oiseau très social, il préfère nicher en colonies, habituellement sur de petites îles mais toujours près d'un plan d'eau (lac, rivière ou mer). Il est donc très facile de le repérer et de l'étudier. À compter du moment où il atteint l'âge de reproduction (4 ans), le Goéland argenté demeure à l'année longue dans les Grands Lacs. Avant cet âge, cet oiseau quitte les lacs en hiver. Une fois établi dans une colonie, l'oiseau adulte utilise habituellement le même lieu de reproduction d'une année à l'autre, pour une période qui peut atteindre de 10 à 20 ans.

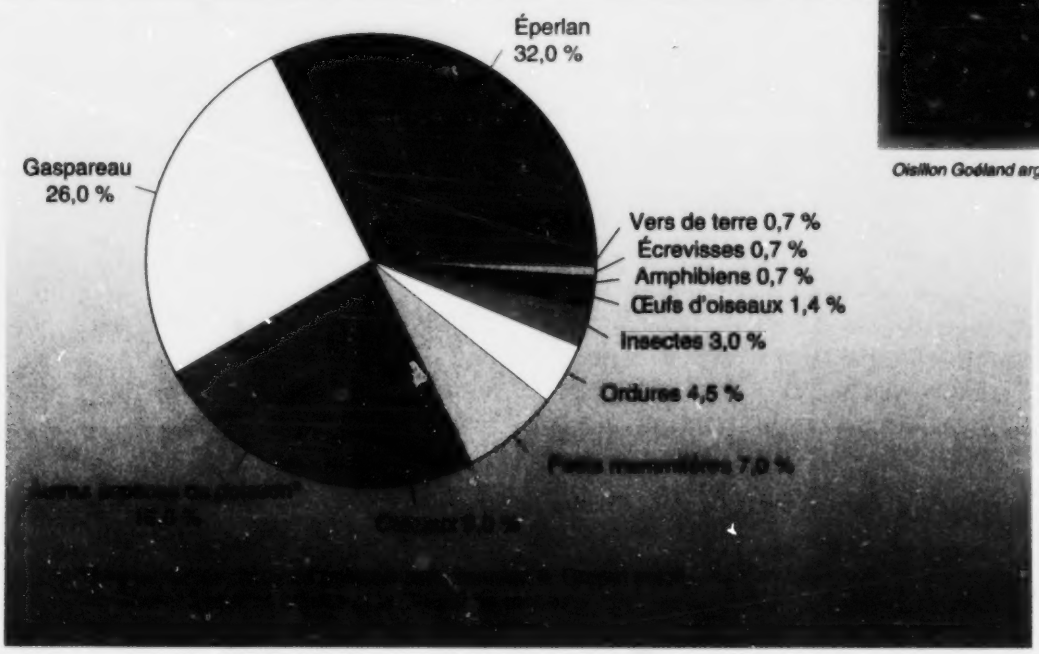
Les Goélands argentés adultes arrivent en général sur les lieux de reproduction au début de mars. Durant les deux premières semaines de mai, les femelles pondent trois œufs dans un nid fait de matériel végétal mort (c'est-à-dire des herbages, des branches et (ou) des plantes aquatiques). Elles pondent souvent de nouveaux œufs pour remplacer ceux qui sont perdus au début de la saison de nidification. L'incubation dure en général de 26 à 28 jours. Après l'éclosion, l'oisillon picore instinctivement le bec du parent, et surtout le point rouge. Il incite ainsi le parent à régurgiter des aliments. Après environ six semaines, les jeunes oiseaux prennent leur envol; il se peut toutefois que les parents continuent à les alimenter pendant quelques semaines encore. Le taux de mortalité des jeunes Goélands argentés est normalement assez élevé; les décès sont surtout causés par le manque de nourriture et la prédation (habituellement par des Goélands voisins). Seuls un ou deux oisillons par nid survivront assez longtemps pour quitter la colonie.

Les Goélands argentés sont des opportunistes sur le plan de l'alimentation. L'examen du contenu des estomacs révèle qu'ils mangent à peu près n'importe quoi. Leur régime comprend des poissons, de petits mammifères, des oiseaux et leurs œufs, des amphibiens, des vers de terre, des insectes, des écrevisses, des mollusques, des plantes et des ordures. Les poissons, particulièrement le Gaspareau et l'Éperlan arc-en-ciel, occupent une place importante dans l'alimentation des Goélands argentés des Grands Lacs *(figure 1)*.



par Pierre Mineau

Oisillon Goéland argenté nouvellement éclos



Les contaminants et la chaîne alimentaire des Grands Lacs

C'est en 1940 qu'on a vu apparaître les pratiques industrielles et agricoles modernes dans le bassin des Grands Lacs. Depuis lors, des milliers de produits chimiques et de composés synthétiques ont été rejetés dans l'environnement. Bon nombre d'entre eux sont toxiques, biocumulatifs et rémanents. Par exemple, les composés organiques chlorés tels que la dieldrine, le DDT et la dioxine résistent aux procédés de décomposition bactérienne et chimique dans l'environnement. Lorsqu'ils sont épandus comme pesticides ou rejetés de quelque façon que ce soit dans l'environnement (par exemple sous forme d'effluents industriels), ils ne se décomposent pas, en règle générale, en composés inoffensifs comme le font bien d'autres produits chimiques synthétiques moins persistants. Ils conservent plutôt leur structure chimique et, puisqu'ils ne sont pas très solubles dans l'eau, ils peuvent s'évaporer dans l'air ou s'attacher à des particules de sol. Que ce soit sous forme de vapeur ou de particules de poussière, ces produits chimiques peuvent être transportés sur de grandes distances et redéposés sur la terre ou l'eau par la pluie ou la neige, ou encore sous forme de retombées atmosphériques.

Dans la colonne d'eau, ces substances toxiques ont tendance à être absorbées dans les lipides des petits organismes qu'on appelle plancton, ce qui leur permet d'entrer au niveau trophique le plus bas. À mesure que les plus gros organismes mangent les plus petits, les contaminants cheminent le long de la chaîne alimentaire. Cette augmentation incessante des concentrations de contaminants dans les tissus animaux d'un niveau trophique à l'autre s'appelle « bioamplification ». Les oiseaux piscivores tels que le Goéland argenté, le Balbuzard, le Pygargue à tête blanche, la Sterne caspienne, la Sterne pierregarin et le Cormoran à aigrettes sont des prédateurs qui se situent au sommet de l'écosystème des Grands Lacs; ils consomment presque exclusivement du poisson et d'autres éléments de la chaîne alimentaire des Grands Lacs. Ces espèces accumulent également les plus fortes concentrations de produits chimiques toxiques tels que les PCB et le DDE.

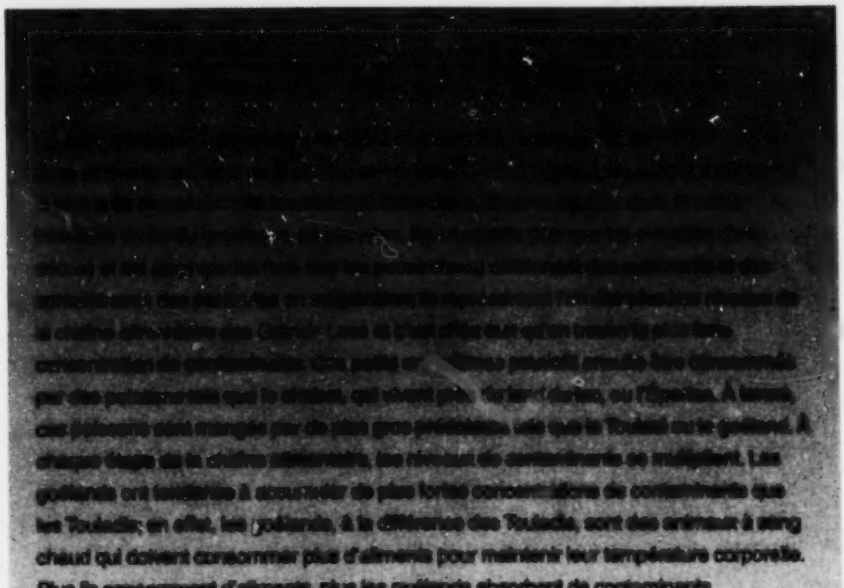
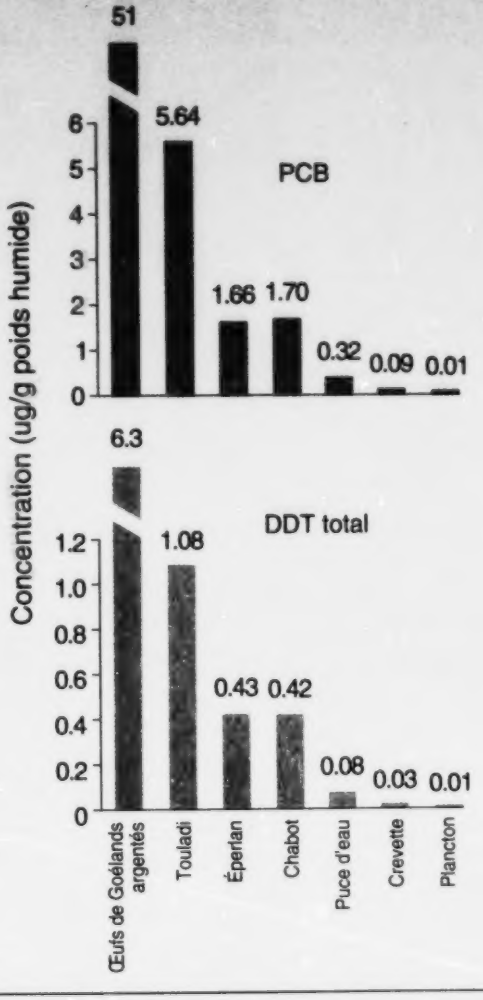


Figure 2 Biomagnification dans une chaîne alimentaire du lac Ontario



Le Goéland argenté

Le Goéland argenté est un gros oiseau aquatique omnivore, qui fait environ 64 cm (2 pieds) du bec à la queue. Les adultes sont blancs avec un dos et des ailes gris pâle; l'extrémité des ailes est noire, avec une tache blanche. Les becs jaunes sont marqués d'un point rouge à l'extrémité inférieure tandis que les pattes sont roses.

Le Goéland argenté est le goéland le plus répandu de l'hémisphère nord. En Amérique du Nord, il niche dans le tiers supérieur (nord) du continent, y compris l'ensemble de l'Ontario; on le trouve sur les cinq Grands Lacs. Au début du siècle, la population de Goélands argentés a failli disparaître en raison des persécutions subies antérieurement sur les lieux de nidification et de la demande de plumes d'oiseaux de la part de l'industrie de la chapellerie à la fin du XIX^e siècle. À l'époque, les populations de Goélands argentés des Grands Lacs ont atteint un creux historique. La Convention concernant les oiseaux migrateurs de 1916 a protégé le Goéland argenté contre de nouvelles persécutions et a ainsi permis aux populations de déborder des limites de leur aire et de prendre de l'expansion. Sur les Grands Lacs, les populations de Goélands argentés ont commencé à croître au cours des années 1940.

Le Goéland argenté étant un oiseau très social, il préfère nicher en colonies, habituellement sur de petites îles mais toujours près d'un plan d'eau (lac, rivière ou mer). Il est donc très facile de le repérer et de l'étudier. À compter du moment où il atteint l'âge de reproduction (4 ans), le Goéland argenté demeure à l'année longue dans les Grands Lacs. Avant cet âge, cet oiseau quitte les lacs en hiver. Une fois établi dans une colonie, l'oiseau adulte utilise habituellement le même lieu de reproduction d'une année à l'autre, pour une période qui peut atteindre de 10 à 20 ans.

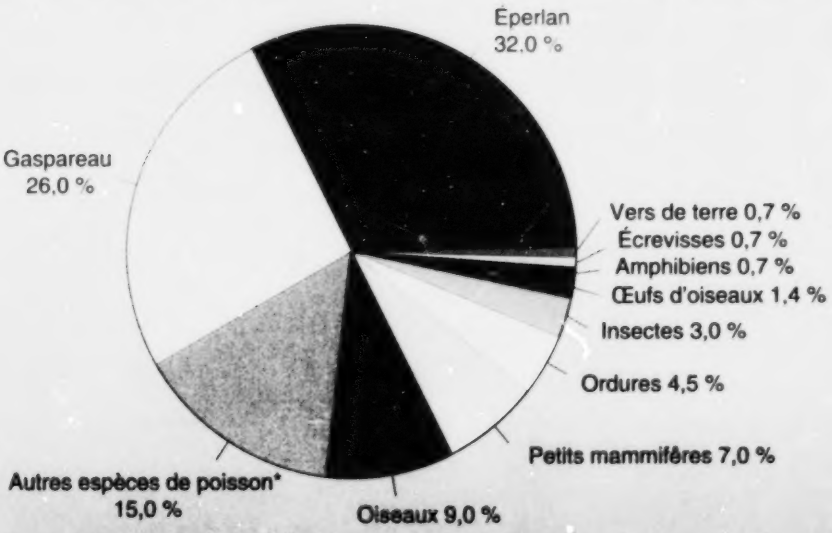
Les Goélands argentés adultes arrivent en général sur les lieux de reproduction au début de mars. Durant les deux premières semaines de mai, les femelles pondent trois œufs dans un nid fait de matériel végétal mort (c'est-à-dire des herbages, des branches et (ou) des plantes aquatiques). Elles pondent souvent de nouveaux œufs pour remplacer ceux qui sont perdus au début de la saison de nidification. L'incubation dure en général de 26 à 28 jours. Après l'éclosion, l'oisillon picore instinctivement le bec du parent, et surtout le point rouge. Il incite ainsi le parent à régurgiter des aliments. Après environ six semaines, les jeunes oiseaux prennent leur envol; il se peut toutefois que les parents continuent à les alimenter pendant quelques semaines encore. Le taux de mortalité des jeunes Goélands argentés est normalement assez élevé; les décès sont surtout causés par le manque de nourriture et la prédation (habituellement par des Goélands voisins). Seuls un ou deux oisillons par nid survivront assez longtemps pour quitter la colonie.

Les Goélands argentés sont des opportunistes sur le plan de l'alimentation. L'examen du contenu des estomacs révèle qu'ils mangent à peu près n'importe quoi. Leur régime comprend des poissons, de petits mammifères, des oiseaux et leurs œufs, des amphibiens, des vers de terre, des insectes, des écrevisses, des mollusques, des plantes et des ordures. Les poissons, particulièrement le Gaspareau et l'Éperlan arc-en-ciel, occupent une place importante dans l'alimentation des Goélands argentés des Grands Lacs *(figure 1)*.

par Pierre Mineau

Oisillon Goéland argenté nouvellement éclos

Figure 1 Composition du régime alimentaire des Goélands argentés reproducteurs sur le lac Ontario



* Les autres espèces de poisson comprennent le Crapet soleil, le Crapet à oreilles bleues et le Crapet de roche.

Les contaminants et la chaîne alimentaire des Grands Lacs

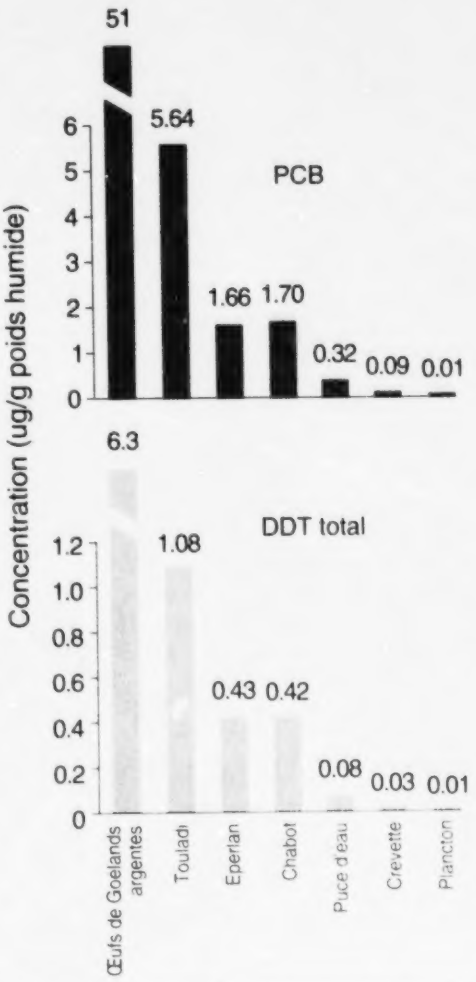
C'est en 1940 qu'on a vu apparaître les pratiques industrielles et agricoles modernes dans le bassin des Grands Lacs. Depuis lors, des milliers de produits chimiques et de composés synthétiques ont été rejetés dans l'environnement. Bon nombre d'entre eux sont toxiques, biocumulatifs et rémanents. Par exemple, les composés organiques chlorés tels que la dieldrine, le DDT et la dioxine résistent aux procédés de décomposition bactérienne et chimique dans l'environnement. Lorsqu'ils sont épandus comme pesticides ou rejetés de quelque façon que ce soit dans l'environnement (par exemple sous forme d'effluents industriels), ils ne se décomposent pas, en règle générale, en composés inoffensifs comme le font bien d'autres produits chimiques synthétiques moins persistants. Ils conservent plutôt leur structure chimique et, puisqu'ils ne sont pas très solubles dans l'eau, ils peuvent s'évaporer dans l'air ou s'attacher à des particules de sol. Que ce soit sous forme de vapeur ou de particules de poussière, ces produits chimiques peuvent être transportés sur de grandes distances et redéposés sur la terre ou l'eau par la pluie ou la neige, ou encore sous forme de retombées atmosphériques.

Dans la colonne d'eau, ces substances toxiques ont tendance à être absorbées dans les lipides des petits organismes qu'on appelle plancton, ce qui leur permet d'entrer au niveau trophique le plus bas. À mesure que les plus gros organismes mangent les plus petits, les contaminants cheminent le long de la chaîne alimentaire. Cette augmentation incessante des concentrations de contaminants dans les tissus animaux d'un niveau trophique à l'autre s'appelle « bioamplification ». Les oiseaux piscivores tels que le Goéland argenté, le Balbuzard, le Pygargue à tête blanche, la Sterne caspienne, la Sterne pierregarin et le Cormoran à aigrettes sont des prédateurs qui se situent au sommet de l'écosystème des Grands Lacs; ils consomment presque exclusivement du poisson et d'autres éléments de la chaîne alimentaire des Grands Lacs. Ces espèces accumulent également les plus fortes concentrations de produits chimiques toxiques tels que les PCB et le DDE.

La bioamplification

La bioamplification a été démontrée dans des études qui mesuraient les PCB et le DDT dans différents animaux de la chaîne alimentaire. Dans la *figure 2*, les animaux qui vivent le plus près des sédiments lacustres ou dans ces sédiments figurent dans la partie inférieure droite du graphique. Le plancton, les crustacés (tels que les crevettes d'eau douce) et les amphipodes (tels que les puces d'eau) obtiennent des nutriments et des contaminants des particules en suspension; ils représentent l'un des plus bas niveaux de la chaîne alimentaire des Grands Lacs et c'est chez eux qu'on trouve la plus forte concentration de contaminants. Ces petits organismes peuvent ensuite être consommés par des poissons tels que le chabot, qui vivent près du fond du lac, ou l'Éperlan. À terme, ces poissons sont mangés par de plus gros prédateurs tels que le Touladi ou le goéland. À chaque étape de la chaîne alimentaire, les niveaux de contaminants se multiplient. Les goélands ont tendance à accumuler de plus fortes concentrations de contaminants que les Touladis; en effet, les goélands, à la différence des Touladis, sont des animaux à sang chaud qui doivent consommer plus d'aliments pour maintenir leur température corporelle. Plus ils consomment d'aliments, plus les goélands absorbent de contaminants.

Figure 2 Biomagnification dans une chaîne alimentaire du lac Ontario



Le Goéland argenté comme indicateur de la **contamination et des effets associés**

Un animal ou une plante qui accumule des contaminants provenant du secteur dans lequel il habite peut être utilisé comme indicateur de contamination environnementale. Voici certaines des caractéristiques qui font du Goéland argenté un indicateur particulièrement utile de la contamination de l'écosystème des Grands Lacs :

- On en sait déjà beaucoup sur la biologie du Goéland argenté ainsi que sur les effets de la contamination de l'environnement sur sa biologie de reproduction, son métabolisme et sa physiologie.
- Le Goéland argenté est un résident permanent des Grands Lacs qui se déplace peu d'un lac à l'autre au cours de la saison de reproduction. Les autres oiseaux aquatiques tels que les Balbuzards, les sternes, les cormorans, les hérons et les Goélands à bec cerclé migrent chaque année et peuvent être exposés à des contaminants sur leurs lieux d'hivernage, loin des Grands Lacs.

par John Mitchell

Collecte d'œufs de Goélands argentés pour l'analyse des contaminants

- Le Goéland argenté est une espèce commune et largement répandue qui niche sur les cinq Grands Lacs et dans d'autres régions du Canada et du monde. Cette distribution permet des comparaisons directes des niveaux de contaminants dans le bassin des Grands Lacs ainsi qu'avec d'autres lieux à l'intérieur et à l'extérieur du Canada.

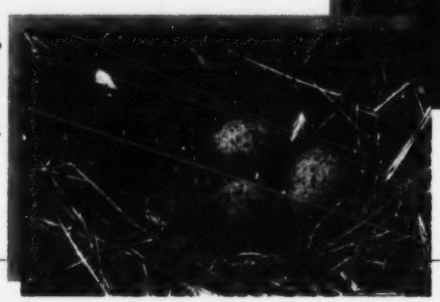
Le recours au Goéland argenté comme indicateur des effets de la contamination dans les Grands Lacs présente cependant une lacune dans le mesure où cet oiseau n'est pas aussi sensible aux composés organochlorés que d'autres espèces d'oiseaux aquatiques piscivores tels que le Pygargue à tête blanche, les Sternes caspienne et pierregarin et le Cormoran à aigrettes. C'est pourquoi l'on étudie souvent ces autres espèces pour compléter les recherches sur les indicateurs faites à partir du Goéland argenté.

De plus, les Goélands argentés ne sont pas de bons indicateurs de la contamination ponctuelle. Leur vaste aire d'alimentation (jusqu'à 40 km de leur colonie) fait de cette espèce un indicateur privilégié de la contamination régionale. Par exemple, les niveaux de polluants constatés dans les œufs des Goélands argentés du port de Hamilton témoignent de la contamination du bassin occidental du lac Ontario et non seulement du port de Hamilton.

- Le Goéland argenté est un prédateur du sommet de la chaîne alimentaire des Grands Lacs. Les contaminants, qu'il est difficile et coûteux de mesurer dans l'eau ou les animaux herbivores, sont faciles à mesurer dans les Goélands argentés et leurs œufs, où ils ont connu une très forte bioamplification. C'est pourquoi les œufs de goélands peuvent servir à déceler la présence de nouveaux contaminants de l'environnement auparavant inconnus, ainsi que l'accroissement ou la diminution des niveaux de contaminants plus courants. Le Goéland argenté peut aussi servir d'espèce sentinelle pour ce qui est de la contamination d'autres espèces d'oiseaux tels que les aigles, les cormorans et les sternes.
- En raison des habitudes de nidification coloniales du Goéland argenté, il est facile de repérer et d'échantillonner ses œufs. En utilisant les œufs, il est possible de mesurer les concentrations de contaminants sans avoir à tuer les oiseaux, qu'ils soient adultes ou jeunes. Seuls 13 œufs par année sont prélevés dans chaque colonie (un par nid) puisqu'il n'y a que peu de variations des niveaux de contaminants dans les œufs d'une même colonie.

par Chip Weseloh

Colonie de Goélands argentés



par John Struger

Nid de Goélands argentés et œufs

Contaminants choisis

DDE

Le 1,1-dichloro-2,2-bis(p-chlorophényl)-éthylène est un « métabolite » (ou produit de décomposition) d'un pesticide synthétique appelé dichlorodiphényl-trichloroéthane (DDT). L'utilisation généralisée du DDT remonte à la fin de la Seconde guerre mondiale. La plupart des utilisations du DDT ont été interdites au Canada en 1969 aux termes de la Loi sur les produits antiparasitaires. Trois années plus tard, elles étaient interdites aux États-Unis. Toutefois, l'utilisation et la vente des stocks existants de DDT ont été permises jusqu'à la fin de 1990. Malheureusement, le DDT est toujours utilisé dans de nombreuses régions du monde (particulièrement dans les pays en développement), surtout pour lutter contre la mouche tsé-tsé et pour prévenir les dommages causés aux cultures par les insectes. Selon les chiffres de l'Organisation Mondiale de la Santé, le Mexique et le Brésil ont chacun utilisé quelque 1 000 tonnes de DDT en 1992.

Le DDE, le plus persistant de tous les métabolites du DDT, est couramment décelé ou rencontré au lieu du DDT. Le DDE est produit chez la plupart des animaux lorsque le corps tente de métaboliser ou de digérer le DDT. Le DDE est également hautement liposoluble. C'est pourquoi les prédateurs des niveaux trophiques supérieurs, comme le Goéland argenté, sont plus suceptibles à l'exposition au DDE qu'au DDT à partir des aliments qu'ils consomment. On a trouvé très peu de DDT dans les œufs des Goélands argentés des Grands Lacs, sauf durant les périodes de forte utilisation de ce pesticide au début des années 1970.

Dieldrine

La dieldrine est utilisée dans certaines régions du monde depuis 1988 comme insecticide sur les sols et comme traitement des semences pour tuer les Fourmis de feu, les hannetons, les Vers fil de fer, les Mouches des racines et la Chrysomèle des racines du maïs. La dieldrine n'est plus importée ou manufacturée au Canada. Elle est également le produit de décomposition d'un autre pesticide largement répandu appelé l'aldrine, qui a été interdit. En 1993, une seule compagnie en Ontario (et au Canada) avait encore des stocks d'aldrine et de dieldrine. Les derniers stocks ont été éliminés dans un lieu d'enfouissement sécuritaire et la dieldrine n'est plus utilisée en Ontario.

PCB

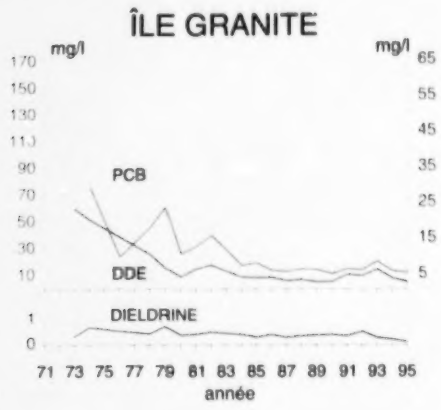
Les biphényles polychlorés (PCB) sont utilisés depuis 1929. Il existe 209 types possibles de PCB, appelés congénères, qui diffèrent légèrement l'un de l'autre quant à leurs propriétés physiques et chimiques. Un petit nombre de ces congénères sont hautement toxiques et seraient responsables de la majeure partie de la toxicité induite par les PCB chez les animaux. Les PCB, à l'instar du DDT et de la dieldrine, sont des composés organochlorés qui persistent longtemps dans l'environnement. Toutefois, à la différence des pesticides que sont le DDT et la dieldrine, les PCB n'ont pas été rejetés délibérément dans l'environnement. Ce sont des molécules extrêmement stables, ce qui constitue leur attrait sur le plan industriel. Grâce à leur faible inflammabilité, ils se sont avérés utiles comme lubrifiants et comme produits ignifuges dans les fluides isolants et les échangeurs de chaleur utilisés dans les transformateurs et les condensateurs électriques. Ils ont également été utilisés comme plastifiants et agents imperméabilisant ainsi que dans les procédés d'encrage utilisés pour produire du papier autocopiant. Depuis 1977, le Canada et les États-Unis ont adopté des règlements pour interdire l'importation et la fabrication des PCB, et imposer de rigoureuses limites à l'entreposage et à la destruction de tous les déchets de PCB. L'un des buts fixés dans l'Accord Canada-Ontario concernant l'écosystème du bassin des Grands Lacs de 1994 (ACO) prévoit la mise hors de service de 90 % des produits à haute concentration de PCB (supérieure à 1 %) en Ontario, la destruction de 50 % des rebuts et déchets à haute concentration de PCB, et la destruction accélérée des rebuts et déchets à faible concentration de PCB entreposés. Ces buts doivent être atteints d'ici l'an 2000. Sous l'égide de la Commission de coopération environnementale, les États-Unis et le Mexique sont à élaborer un plan d'action régional pour la saine gestion des PCB en Amérique du Nord.

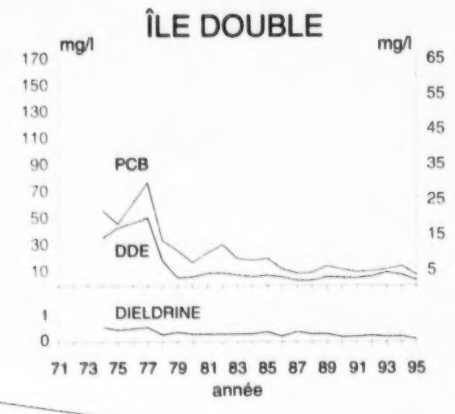
2,3,7,8-TCDD

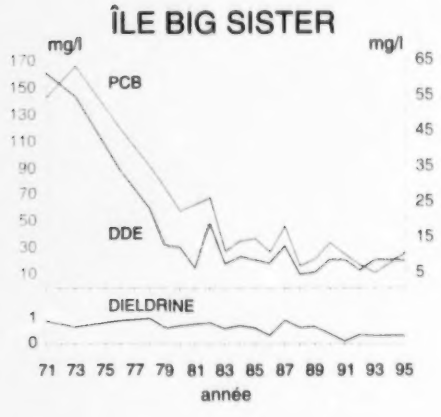
La dioxine est le nom courant d'une classe de composés chlorocarbonés connus sous le nom de dibenzodioxines polychlorées (PCDD). Les PCDD et les dibenzofurannes polychlorés (PCDF) sont un sous-produit formé soit durant certains types de production chimique faisant appel à du chlore et à des hautes températures, ou soit durant la combustion en présence d'une source de chlore. Seuls quelques-uns des 75 différentes PCDD et des 135 différents PCDF sont très toxiques; les autres sont presque inoffensifs. La dioxine la plus toxique est la 2,3,7,8- tétrachlorodibenzo-p-dioxine (2,3,7,8-TCDD), bien que la sensibilité à ce composé varie considérablement d'une espèce animale à l'autre. Les sources les plus abondantes de 2,3,7,8- TCDD dans les Grands Lacs inférieurs ont été liées aux effluents industriels et aux décharges près de la rivière Niagara et de la baie Saginaw (lac Huron). L'ancienne Hooker Chemical Company (maintenant l'Occidental Chemical Company) à Niagara Falls (New York) a produit du 2,3,4- trichlorophénol (dont la 2,3,7,8-TCDD est un sous-produit). La Dow Chemical Company a été identifiée comme la principale source de TCDD et de PCDF sur la rivière Tittabawasee, qui se jette dans la rivière Saginaw et ensuite dans la baie de Saginaw. Divers lieux d'élimination des déchets toxiques associés à cette fabrication, comme le canal Love, le long de la rivière Niagara, ont été également identifiés comme source importante. Les usines situées près de la baie Saginaw et des chutes Niagara ont cessé la production de ces produits chimiques au milieu des années 1970.

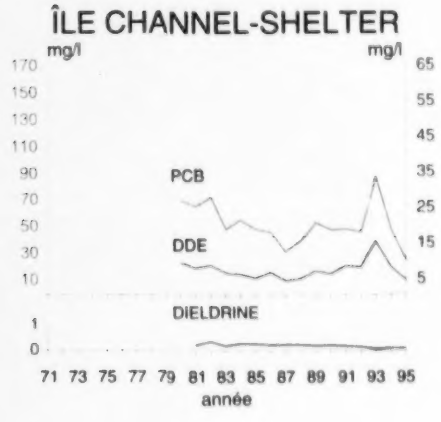
Les dépôts atmosphériques sont également une source importante de 2,3,7,8-TCDD, particulièrement dans les Grands Lacs supérieurs. Les sources de TCDD et de PCDF atmosphériques comprennent les régions urbaines, où les incinérateurs municipaux brûlent un vaste éventail de composés chlorés mis aux ordures, et les gaz d'échappement des moteurs diesel. Dans le passé, l'utilisation d'essence au plomb a également été une source importante de composés chlorés. Le gouvernement fédéral a graduellement interdit l'utilisation d'essence au plomb au Canada en 1990. Aux termes de son objectif de « prévention et réduction de la pollution », l'ACO prévoit, d'ici l'an 2000, une réduction de 90 % dans la production ou le rejet des dioxines et des furannes.

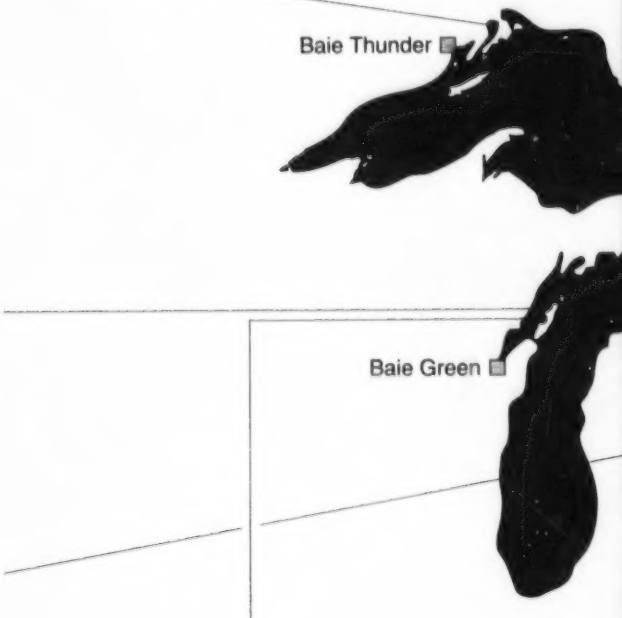
Surveillance des concentrations de produits chimiques

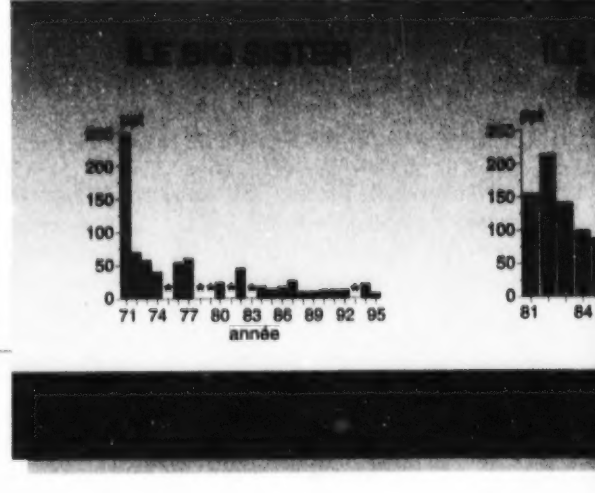




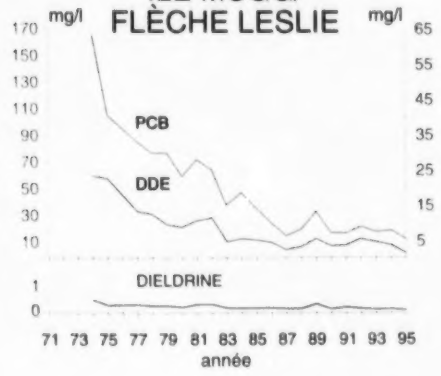




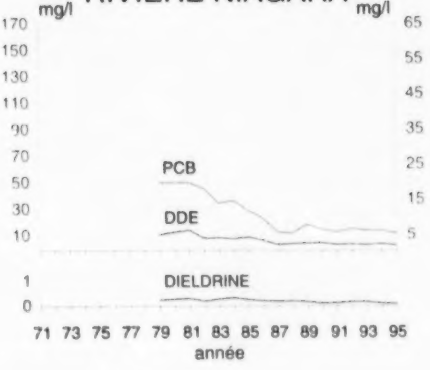




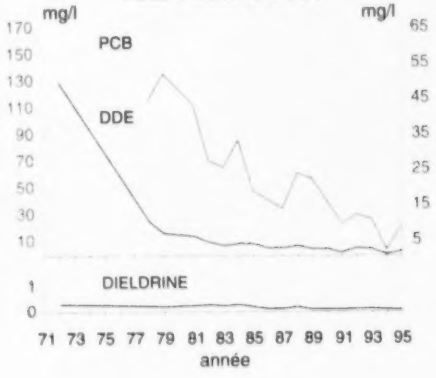
ÎLE MUGG/ FLÈCHE LESLIE



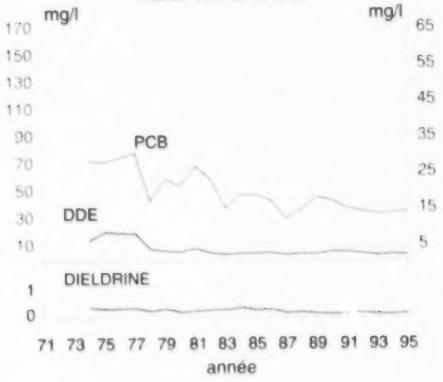
RIVIÈRE NIAGARA



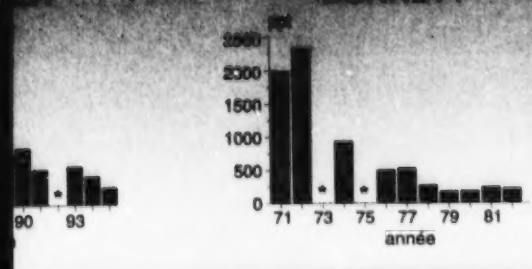
ÎLE FIGHTING



ÎLE MIDDLE



ÎLE SCOTCH BONNETT



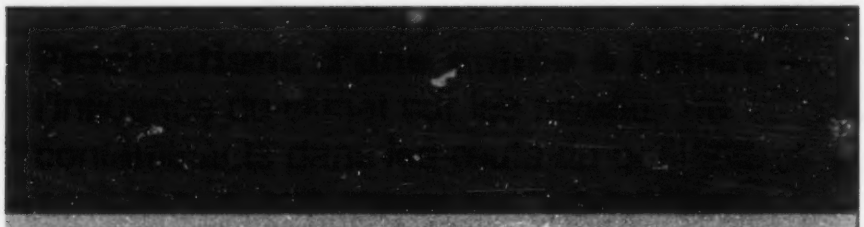
Contaminants dans les œufs du Goéland argenté des Grands Lacs — **NIVEAUX ET TENDANCES**

Les années 1970 Un quart de siècle de surveillance des niveaux de contaminants dans les œufs des Goélands argentés des Grands Lacs a révélé que les concentrations ont atteint leur point culminant au début et au milieu des années 1970 et que, partout, les niveaux ont fortement diminué depuis lors *(figure 3)*. Toutefois, il est presque certain que les niveaux de contamination aux organochlorés dans les œufs des Goélands argentés étaient encore plus élevés au cours des années 1960, avant le début du programme de surveillance.

Au cours des années 1970, les niveaux les plus élevés de PCB et de DDE ont été constatés dans les œufs des Goélands argentés du lac Ontario, du lac Michigan et de la rivière Détroit (bien qu'on n'ait pas échantillonné toutes les colonies de tous les lacs au cours de cette période). Les œufs des Goélands argentés du lac Michigan étaient également les plus fortement contaminés à la dieldrine. Ces niveaux plus élevés de contamination témoignaient de l'agriculture intensive pratiquée surtout dans les régions de culture fruitière du lac Michigan et du lac Ontario, de l'ampleur des populations urbaines et de la présence de grands complexes industriels dans ces régions. Toutefois, ces mêmes sites ont également affiché les baisses les plus radicales du niveau de contamination des œufs.

Les œufs des Goélands argentés des sites du lac Supérieur et du lac Érié étaient en règle générale moins contaminés aux PCB, aux DDE et à la dieldrine que ceux des goélands des lacs *(figure 3)*. Les plus faibles niveaux de contaminants observés dans les œufs des goélands du lac Supérieur étaient probablement dus au moindre développement industriel et résidentiel le long de ces rives, comparativement aux Grands Lacs inférieurs. Toutefois, les niveaux de contaminants dans les œufs du lac Supérieur n'ont pas diminué aussi rapidement que les niveaux constatés dans les œufs des autres régions des Grands Lacs. Cela dépend surtout de deux facteurs. En premier lieu, il y a très peu de particules dans le lac Supérieur. Puisque la sédimentation des particules constitue l'une des façons dont les composés organochlorés sont retirés de la colonne d'eau, le taux d'enlèvement de ces composés du lac Supérieur est bas. Deuxièmement, c'est l'atmosphère qui a toujours été la principale voie d'entrée de la contamination dans le lac Supérieur, à la différence des Grands Lacs inférieurs. Les sources atmosphériques sont de nature globale et sont difficiles à maîtriser.

Le déclin généralement rapide des niveaux de la plupart des contaminants dans les œufs du Goéland argenté au milieu et à la fin des années 1970 est dû en grande partie aux règlements adoptés à la fin des années 1960 et au début des années 1970 pour limiter l'utilisation et la production de ces produits chimiques toxiques rémanents (voir la section Contaminants choisis). À l'opposé des déclins observés dans le cas des autres contaminants organochlorés, les niveaux de dieldrine dans les œufs des Goélands argentés de toutes les régions des Grands Lacs sont demeurés relativement stables.



Les tendances temporelles illustrées dans la *figure 3* font essentiellement état d'un déclin lent et graduel des niveaux de contaminants dans les œufs des goélands depuis le milieu des années 1960, avec de légères fluctuations d'une année à l'autre. Les études continues ont révélé que les conditions météorologiques à la fin de l'hiver et au début du printemps sont en étroite corrélation avec ces légères fluctuations. À la suite d'un hiver plus froid que la moyenne, les niveaux de contaminants dans les œufs sont légèrement supérieurs à ce qu'ils auraient été après un hiver moyen; après un hiver plus chaud que la moyenne, on observe par contre des niveaux de contaminants légèrement plus bas dans les œufs. Cette fluctuation s'expliquerait par le fait que durant les hivers plus froids que la moyenne, la mortalité de poissons, en l'occurrence le Gaspareau, augmente; ces poissons sont riches en contaminants et sont consommés par les goélands. Les goélands sont ainsi exposés à une charge de contaminants plus élevée que la moyenne dans leur alimentation d'hiver et les œufs qu'ils pondent au printemps présentent des niveaux de contaminants légèrement plus élevés.

Le temps, et particulièrement les événements pluviaux hydrologiques, pourrait jouer un autre rôle dans les fluctuations annuelles des niveaux de contaminants dans les œufs des goélands. L'on sait que les tempêtes occasionnent de la turbulence dans les courants et perturbent ou remettent en suspension les sédiments de fond. Cela peut remettre les contaminants des sédiments dans la colonne d'eau. Par exemple, une violente tempête dans le bassin versant de la rivière Saginaw en 1986 a peut-être perturbé les sédiments contaminés et ainsi donné lieu à un accroissement de la concentration de contaminants dans la colonne d'eau. L'on croit que cette tempête a entraîné une augmentation des niveaux de 2,3,7,8-TCDD et de PCB dans les œufs des Goélands argentés de l'île Channel-Shelter dans la baie de Saginaw en 1987. On a également trouvé des niveaux élevés de ces mêmes composés dans les œufs des Sternes caspiennes prélevés en 1987 dans une colonie de la baie Saginaw; ces contaminants ont été associés à l'infécondité complète de la colonie cette année là.

Les années 1980 Au cours des années 1980, le rythme du déclin des niveaux de certains contaminants des œufs du Goéland argenté a ralenti et a commencé à se stabiliser. Cette stabilisation était essentiellement due à l'apparition de nouvelles sources de contaminants par rapport aux sources décelées au cours des années 1970. Au cours de cette dernière décennie, les problèmes de contamination provenaient surtout de la production et de l'élimination des déchets chimiques. La plupart de ces sources ponctuelles ont depuis lors été contrôlées. Au cours des années 1980, les principaux apports de contaminants rémanents provenaient de sources qui ne sont pas aussi faciles à contrôler, notamment le lessivage, par l'entremise des eaux souterraines, des lieux d'enfouissement; la perturbation des sédiments contaminés des lacs; et les dépôts atmosphériques.

Les scientifiques ont décelé de la 2,3,7,8-TCDD et d'autres dioxines dans les œufs des Goélands argentés des Grands Lacs en 1980. Ces produits chimiques ont été mesurés couramment depuis 1981. Les niveaux de dioxine préalables à 1981 ont été mesurés dans des œufs recueillis sur l'île Scotch Bonnet (lac Ontario) et l'île Big Sister (lac Michigan) qui avaient été entreposés dans la banque de tissus du Service canadien de la faune. Les niveaux de 2,3,7,8-TCDD dans les œufs des Goélands argentés de ces deux sites ont chuté radicalement par rapport aux niveaux observés au début des années 1970 *(figure 4)*. Au début des années 1980, les œufs des Goélands argentés de deux sites présentaient des niveaux particulièrement élevés de dioxine, soit l'île Channel-Shelter, dans la baie de Saginaw au lac Huron, et l'île Scotch Bonnet, dans le lac Ontario. Les niveaux élevés de 2,3,7,8-TCDD dans les œufs provenant de ces deux sites ont été liés aux effluents de la production antérieure de trichloro-2,4,5-phénoles et d'acide trichloro-2,4,5-phénoxyacétique, et de l'élimination des déchets connexes dans les lieux d'enfouissement (voir 2,3,7,8-TCDD dans Contaminants choisis). Dans les autres régions des Grans Lacs, où les niveaux de 2,3,7,8-TCDD étaient habituellement plus bas, la principale source de ce contaminant était l'atmosphère. Toutefois, depuis le milieu des années 1980, les niveaux de dioxine dans les œufs des Goélands argentés de toutes les régions des Grands Lacs sont demeurés relativement constants, les niveaux les plus élevés étant observés dans les œufs de l'île Channel-Shelter, dans la baie de Saginaw, au lac Huron.

Les années 1990

Les niveaux de certains contaminants dans les œufs des Goélands argentés sont demeurés relativement stables tout au long des années 1990, aucun changement significatif des niveaux de PCB et de DDE n'ayant été observé dans certaines colonies des Grands Lacs. Au cours de cette période, on a relevé quelques diminutions importantes des niveaux de dieldrine et d'époxyde d'heptachlore (tableau 1).

Les états relativement stables des niveaux de contaminants révèlent que ces produits chimiques sont toujours rejetés et (ou) recyclés dans l'écosystème des Grands Lacs par des particuliers, des ménages, des municipalités, l'industrie et (ou) l'agriculture. Le dépôt atmosphérique, le ruissellement agricole, le lent mouvement (lessivage) des stocks de pesticides et d'autres produits chimiques mis aux rebuts à partir des lieux d'enfouissement et des sols agricoles dans les Grands Lacs par le biais des eaux souterraines, et la remise en suspension des sédiments des lacs et rivières contaminés demeurent d'importantes sources indirectes de contamination. Ces sources indirectes sont difficiles à maîtriser et apportent lentement mais continuellement des contaminants dans l'écosystème des Grands Lacs. Les dépôts atmosphériques sont devenus une voie d'entrée de plus en plus importante des contaminants dans l'écosystème des Grands Lacs, et particulièrement dans les Grands Lacs supérieurs. Sur le lac Supérieur par exemple, jusqu'à 90 % des contaminants toxiques proviennent de l'atmosphère sous forme de précipitations.

● = niveaux sont demeurés relativement stables; ▼ = niveaux ont considérablement diminué.

Il n'y a pas eu d'augmentation considérable des niveaux de contaminants durant cette période.

	Lac/Rivière :	ONTARIO	NIAGARA	ÉRIÉ	DÉTROIT	HURON		MICHIGAN	SUPÉRIEUR
Contaminant*	**Description**	**Colonie :**	**Î. Mugg**	**R. Niagara**	**Î. Middle**	**Î. Fighting**	**Î. Channel-Shelter**	**Î. Double**	**Î. Big Sister**	**Î. Granite**
Dieldrine	insecticide	▼	●	●	●	●	●	●	●
HCB	fongicide et sous-produit de procédés industriels (B	●	●	●	●	●	●	●	●
Photomirex	produit de la dégradation par radiation UV du mirex	●	▼	●	●	●	●	●	●
QCB	sous-produit industriel	●	●	●	●	●	●	●	●
1,2,3,4-TCB	industrial by-product	●	●	●	●	●	▼	●	●

(B) = interdit (N) = jamais utilisé au Canada

* HE = époxyde d'heptachlore; HCB = hexachlorobenzène; QCB = pentachlorobenzène; ∝-HCH = alpha-hexachlorocyclohexane; ß-HCH = beta-hexachlorocyclohexane; 1,2,3,4-TCB = 1,2,3,4-tétrachlorobenzène; 1,2,3,5-/1,2,4,5-TCB = 1,2,3,5-/1,2,4,5-tetrachlorobenzène.

Contaminants dans les œufs du Goéland argenté des Grands Lacs — **NIVEAUX ET TENDANCES**

Les années 1970

Un quart de siècle de surveillance des niveaux de contaminants dans les œufs des Goélands argentés des Grands Lacs a révélé que les concentrations ont atteint leur point culminant au début et au milieu des années 1970 et que, partout, les niveaux ont fortement diminué depuis lors *(figure 3)*. Toutefois, il est presque certain que les niveaux de contamination aux organochlorés dans les œufs des Goélands argentés étaient encore plus élevés au cours des années 1960, avant le début du programme de surveillance.

Au cours des années 1970, les niveaux les plus élevés de PCB et de DDE ont été constatés dans les œufs des Goélands argentés du lac Ontario, du lac Michigan et de la rivière Détroit (bien qu'on n'ait pas échantillonné toutes les colonies de tous les lacs au cours de cette période). Les œufs des Goélands argentés du lac Michigan étaient également les plus fortement contaminés à la dieldrine. Ces niveaux plus élevés de contamination témoignaient de l'agriculture intensive pratiquée surtout dans les régions de culture fruitière du lac Michigan et du lac Ontario, de l'ampleur des populations urbaines et de la présence de grands complexes industriels dans ces régions. Toutefois, ces mêmes sites ont également affiché les baisses les plus radicales du niveau de contamination des œufs.

Les œufs des Goélands argentés des sites du lac Supérieur et du lac Érié étaient en règle générale moins contaminés aux PCB, aux DDE et à la dieldrine que ceux des goélands des lacs *(figure 3)*. Les plus faibles niveaux de contaminants observés dans les œufs des goélands du lac Supérieur étaient probablement dus au moindre développement industriel et résidentiel le long de ces rives, comparativement aux Grands Lacs inférieurs. Toutefois, les niveaux de contaminants dans les œufs du lac Supérieur n'ont pas diminué aussi rapidement que les niveaux constatés dans les œufs des autres régions des Grands Lacs. Cela dépend surtout de deux facteurs. En premier lieu, il y a très peu de particules dans le lac Supérieur. Puisque la sédimentation des particules constitue l'une des façons dont les composés organochlorés sont retirés de la colonne d'eau, le taux d'enlèvement de ces composés du lac Supérieur est bas. Deuxièmement, c'est l'atmosphère qui a toujours été la principale voie d'entrée de la contamination dans le lac Supérieur, à la différence des Grands Lacs inférieurs. Les sources atmosphériques sont de nature globale et sont difficiles à maîtriser.

Le déclin généralement rapide des niveaux de la plupart des contaminants dans les œufs du Goéland argenté au milieu et à la fin des années 1970 est dû en grande partie aux règlements adoptés à la fin des années 1960 et au début des années 1970 pour limiter l'utilisation et la production de ces produits chimiques toxiques rémanents (voir la section Contaminants choisis). À l'opposé des déclins observés dans le cas des autres contaminants organochlorés, les niveaux de dieldrine dans les œufs des Goélands argentés de toutes les régions des Grands Lacs sont demeurés relativement stables.

Fluctuations d'une année à l'autre — l'influence du climat sur les niveaux de contaminants dans les œufs du goéland.

Les tendances temporelles illustrées dans la *figure 3* font essentiellement état d'un déclin lent et graduel des niveaux de contaminants dans les œufs des goélands depuis le milieu des années 1980, avec de légères fluctuations d'une année à l'autre. Les études continues ont révélé que les conditions météorologiques à la fin de l'hiver et au début du printemps sont en étroite corrélation avec ces légères fluctuations. À la suite d'un hiver plus froid que la moyenne, les niveaux de contaminants dans les œufs sont légèrement supérieurs à ce qu'ils auraient été après un hiver moyen; après un hiver plus chaud que la moyenne, on observe par contre des niveaux de contaminants légèrement plus bas dans les œufs. Cette fluctuation s'expliquerait par le fait que durant les hivers plus froids que la moyenne, la mortalité de poissons, en l'occurrence le Gaspareau, augmente; ces poissons sont riches en contaminants et sont consommés par les goélands. Les goélands sont ainsi exposés à une charge de contaminants plus élevée que la moyenne dans leur alimentation d'hiver et les œufs qu'ils pondent au printemps présentent des niveaux de contaminants légèrement plus élevés.

Le temps, et particulièrement les événements pluviaux hydrologiques, pourrait jouer un autre rôle dans les fluctuations annuelles des niveaux de contaminants dans les œufs des goélands. L'on sait que les tempêtes occasionnent de la turbulence dans les courants et perturbent ou remettent en suspension les sédiments de fond. Cela peut remettre les contaminants des sédiments dans la colonne d'eau. Par exemple, une violente tempête dans le bassin versant de la rivière Saginaw en 1986 a peut-être perturbé les sédiments contaminés et ainsi donné lieu à un accroissement de la concentration de contaminants dans la colonne d'eau. L'on croit que cette tempête a entraîné une augmentation des niveaux de 2,3,7,8-TCDD et de PCB dans les œufs des Goélands argentés de l'île Channel-Shelter dans la baie de Saginaw en 1987. On a également trouvé des niveaux élevés de ces mêmes composés dans les œufs des Sternes caspiennes prélevés en 1987 dans une colonie de la baie Saginaw; ces contaminants ont été associés à l'infécondité complète de la colonie cette année là.

Les années 1980

Au cours des années 1980, le rythme du déclin des niveaux de certains contaminants des œufs du Goéland argenté a ralenti et a commencé à se stabiliser. Cette stabilisation était essentiellement due à l'apparition de nouvelles sources de contaminants par rapport aux sources décelées au cours des années 1970. Au cours de cette dernière décennie, les problèmes de contamination provenaient surtout de la production et de l'élimination des déchets chimiques. La plupart de ces sources ponctuelles ont depuis lors été contrôlées. Au cours des années 1980, les principaux apports de contaminants rémanents provenaient de sources qui ne sont pas aussi faciles à contrôler, notamment le lessivage, par l'entremise des eaux souterraines, des lieux d'enfouissement; la perturbation des sédiments contaminés des lacs; et les dépôts atmosphériques.

Les scientifiques ont décelé de la 2,3,7,8-TCDD et d'autres dioxines dans les œufs des Goélands argentés des Grands Lacs en 1980. Ces produits chimiques ont été mesurés couramment depuis 1981. Les niveaux de dioxine préalables à 1981 ont été mesurés dans des œufs recueillis sur l'île Scotch Bonnet (lac Ontario) et l'île Big Sister (lac Michigan) qui avaient été entreposés dans la banque de tissus du Service canadien de la faune. Les niveaux de 2,3,7,8-TCDD dans les œufs des Goélands argentés de ces deux sites ont chuté radicalement par rapport aux niveaux observés au début des années 1970 *(figure 4)*. Au début des années 1980, les œufs des Goélands argentés de deux sites présentaient des niveaux particulièrement élevés de dioxine, soit l'île Channel-Shelter, dans la baie de Saginaw au lac Huron, et l'île Scotch Bonnet, dans le lac Ontario. Les niveaux élevés de 2,3,7,8-TCDD dans les œufs provenant de ces deux sites ont été liés aux effluents de la production antérieure de trichloro-2,4,5-phénoles et d'acide trichloro-2,4,5-phénoxyacétique, et de l'élimination des déchets connexes dans les lieux d'enfouissement (voir 2,3,7,8-TCDD dans Contaminants choisis). Dans les autres régions des Grans Lacs, où les niveaux de 2,3,7,8-TCDD étaient habituellement plus bas, la principale source de ce contaminant était l'atmosphère. Toutefois, depuis le milieu des années 1980, les niveaux de dioxine dans les œufs des Goélands argentés de toutes les régions des Grands Lacs sont demeurés relativement constants, les niveaux les plus élevés étant observés dans les œufs de l'île Channel-Shelter, dans la baie de Saginaw, au lac Huron.

Les années 1990

Les niveaux de certains contaminants dans les œufs des Goélands argentés sont demeurés relativement stables tout au long des années 1990, aucun changement significatif des niveaux de PCB et de DDE n'ayant été observé dans certaines colonies des Grands Lacs. Au cours de cette période, on a relevé quelques diminutions importantes des niveaux de dieldrine et d'époxyde d'heptachlore (tableau 1).

Les états relativement stables des niveaux de contaminants révèlent que ces produits chimiques sont toujours rejetés et (ou) recyclés dans l'écosystème des Grands Lacs par des particuliers, des ménages, des municipalités, l'industrie et (ou) l'agriculture. Le dépôt atmosphérique, le ruissellement agricole, le lent mouvement (lessivage) des stocks de pesticides et d'autres produits chimiques mis aux rebuts à partir des lieux d'enfouissement et des sols agricoles dans les Grands Lacs par le biais des eaux souterraines, et la remise en suspension des sédiments des lacs et rivières contaminés demeurent d'importantes sources indirectes de contamination. Ces sources indirectes sont difficiles à maîtriser et apportent lentement mais continuellement des contaminants dans l'écosystème des Grands Lacs. Les dépôts atmosphériques sont devenus une voie d'entrée de plus en plus importante des contaminants dans l'écosystème des Grands Lacs, et particulièrement dans les Grands Lacs supérieurs. Sur le lac Supérieur par exemple, jusqu'à 90 % des contaminants toxiques proviennent de l'atmosphère sous forme de précipitations.

Tableau 1 Récentes tendances d'autres contaminants organochlorés des œufs de Goélands argentés de huit colonies des Grands Lacs entre 1990 et 1995

● = niveaux sont demeurés relativement stables. ▼ = niveaux ont considérablement diminué.

Il n'y a pas eu d'augmentation considérable des niveaux de contaminants durant cette période.

	Lac/Rivière :	ONTARIO	NIAGARA	ÉRIÉ	DÉTROIT	HURON		MICHIGAN	SUPÉRIEUR
Contaminant*	**Description**	**Colonie :**	**Î. Mugg**	**R. Niagara**	**Î. Middle**	**Î. Fighting**	**Î. Channel-Shelter**	**Î. Double**	**Î. Big Sister**	**Î. Granite**
Dieldrine	insecticide	▼	●	●	●	●	●	●	●
HE	**métabolite d'un insecticide (B)**	●	●	●	●	●	●	●	▼
HCB	fongicide et sous-produit de procédés industriels (B	●	●	●	●	●	●	●	●
Mirex	**insecticide organochloré (N)**	●	●	●	●	●	●	●	●
Photomirex	produit de la dégradation par radiation UV du mirex	●	▼	●	●	●	●	●	●
Oxy-chlorane	**insecticide organochloré (B)**	▼	●	●	●	●	●	●	●
QCB	sous-produit industriel	●	●	●	●	●	●	●	●
∝-HCH	**composants du lindane (un insecticide)**	●	▼	▼	●	●	▼	●	▼
ß-HCH	**actuellement utilisé à l'extérieur du Canada**	●	●	●	●	●	●	●	●
1,2,3,4-TCB	industrial by-product	●	●	●	●	●	▼	●	●
1,2,3,4-TCB TCB	**sous-produit industriel**	●	●	●	●	●	●	●	●

(B) = interdit (N) = jamais utilisé au Canada

* HE = époxyde d'heptachlore; HCB = hexachlorobenzène; QCB = pentachlorobenzène; ∝-HCH = alpha-hexachlorocyclohexane; ß-HCH = beta-hexachlorocyclohexane; 1,2,3,4-TCB = 1,2,3,4-tétrachlorobenzène, 1,2,3,5-/1,2,4,5-TCB = 1,2,3,5-/1,2,4,5-tétrachlorobenzène

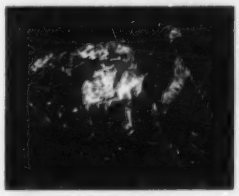
Effets des **organochlorés**

La présence de niveaux élevés de produits chimiques toxiques dans la chaîne alimentaire des Grands Lacs a coïncidé avec des troubles de santé et de reproduction ainsi que d'autres problèmes physiologiques chez le Goéland argenté et au moins sept autres espèces d'oiseaux aquatiques piscivores à longue durée de vie, notamment le Goéland à bec cerclé, le Cormoran à aigrettes, les Sternes pierregarin, caspienne et de Forster, le Bihoreau à couronne noire et le Pygargue à tête blanche. Toutes ces espèces d'oiseaux aquatiques sont des prédateurs de niveau trophique supérieur qui s'alimentent, se reproduisent et vivent au moins une partie de l'année dans le bassin des Grands Lacs.

C'est à la fin des années 1960 et au début des années 1970 qu'on a commencé à observer chez plusieurs de ces espèces des problèmes tels qu'une baisse des succès d'éclosion, un amincissement des coquilles et un comportement anormal des adultes durant la nidification. Depuis, d'autres problèmes tels que des malformations des embryons et des oisillons, des changements biochimiques, des anomalies endocriniennes et une suppression de la fonction immunitaire ont été observés (tableau 2). C'est lorsque les niveaux de certains organochlorés dans les oiseaux adultes et dans leurs œufs étaient élevés que la majorité de ces effets étaient le plus répandus. Les œufs de ces espèces ont été contaminés parce que les organochlorés liposolubles sont transférés des femelles à la graisse nécessaire pour produire le jaune d'œuf.

Les Goélands argentés et les autres oiseaux piscivores des Grands Lacs ont aidé les scientifiques, les chercheurs et la population à comprendre les effets d'une exposition prolongée des populations d'oiseaux aux produits chimiques toxiques rémanents. Les effets tels que ceux décrits dans le tableau 2 servent souvent de « biomarqueurs » pour la surveillance de la santé de la faune des Grands Lacs. Des biomarqueurs tels que les anomalies de la fonction reproductrice et les changements biochimiques ou comportementaux permettent aux chercheurs de déceler les effets des contaminants sur les individus de manière précoce et préventive avant que ces effets n'entraînent des incapacités, des maladies et, ultimement, la mort des populations.

Effets du contaminant	Preuves dans les Grands Lacs	Situation actuelle
Amincissement des coquilles d'œufs – causé par des niveaux élevés de DDE au cours des années 1950, 1960 et 1970	– premier problème de reproduction confirmé relié aux contaminants trouvés dans les oiseaux des Grands Lacs – a entraîné le bris de nombreuses coquilles; il s'en est suivi un déclin des populations d'espèces d'oiseaux piscivores y compris de Cormoran à aigrettes, la Balbuzard, le Pygargue à tête blanche, le Bihoreau à couronne noire et le Goéland argenté	– en raison des limites imposées par les règlements et de l'interdiction du DDT, l'amincissement des coquilles d'œufs n'est plus un problème; on a donc observé une amélioration du succès de reproduction des espèces affectées
Infécondité – les causes comprennent une mort prématurée des embryons, des effets tératogènes sur les embryons et un comportement parental anormal durant l'incubation	– le Goéland argenté, le Cormoran à aigrettes et le Pygargue à tête blanche ne se reproduisaient pas à la fin des années 1960 et au cours des années 1970 lorsqu'étaient présents les niveaux les plus élevés d'organochlorés	– en raison d'une baisse considérable des niveaux d'organochlorés, le succès de reproduction de la plupart des espèces d'oiseaux aquatiques piscivores s'est amélioré – le Pygargue à tête blanche niche maintenant à nouveau dans de nombreuses régions des Grands Lacs, sauf sur les rives du lac Ontario – le succès de reproduction du Pygargue à tête blanche s'améliore mais il n'est toujours pas suffisant pour assurer une population stable
Malformations congénitales	– la plupart des malformations ont été observées du début au milieu des années 1970, dans des sites contaminés sur le lac Ontario, et au cours des années 1980, sur le lac Michigan – becs croisés, malformations de la mâchoire, membres supplémentaires et malformations des pieds, des articulations et des yeux constatés chez le Goéland argenté et au moins huit autres espèces d'oiseaux aquatiques piscivores	– les oiseaux aquatiques continuent de présenter des taux plus élevés de malformations (p. ex. malformations du bec chez le Pygargue à tête blanche) comparativement à ceux des sites non pollués à l'extérieur du bassin – la plus forte incidence observée dans les secteurs de forte contamination tels que la baie Green (lac Michigan) et la baie Saginaw (lac Huron) – les études se poursuivent sur les liens entre les contaminants et les problèmes de développement chez certaines espèces d'oiseaux aquatiques
Changements biochimiques	– fonction hépatique anormale chez le Goéland argenté y compris : activité accrue des enzymes qui attaquent les produits chimiques qui entrent dans le corps; niveaux élevés de porphyrines; et niveaux inhabituellement bas de vitamine A – les faibles niveaux de vitamine A peuvent accroître la susceptibilité aux maladies infectieuses, ce qui pourrait affecter la survie et le développement des oisillons	– les mesures biochimiques indiquent que les Goélands argentés sont toujours sujets à un stress biochimique – le plein effet des changements biologiques sur la reproduction ou la durée de vie des oiseaux aquatiques est inconnu pour l'instant

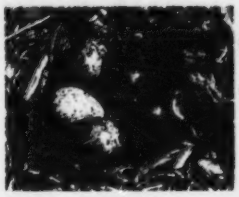


par Chip Weseloh

Œufs de Goéland argenté à coquille mince

par Chip Weseloh

Malformation du bec chez un Cormoran à aigrettes

Effets du contaminant	Preuves dans les Grands Lacs	Situation actuelle
Hypertrophie de la thyroïde – liée à l'exposition à certains contaminants (p. ex. PCB, DDE, dieldrine)	– prévalence surtout chez les Goélands argentés des sites contaminés y compris la baie Saginaw (lac Huron) la baie Green (lac Michigan), l'ouest du lac Érié et le lac Ontario	– à la suite d'une baisse des niveaux de contaminants dans la chaîne alimentaire aquatique des Grands Lacs, la gravité de l'hypertrophie de la thyroïde a diminué dans les populations de Goélands argentés
Dysfonction endocrinienne (féminisation) – le DDE est le produit chimique le plus puissant, abondant, rémanent et biocumulatif qui perturbe la fonction des hormones sexuelles – une exposition suffisante durant les premiers stades embryonnaires peut occasionner un développement anormal des tissus reproducteurs mâles et pourrait réduire le nombre de mâles normaux qui reviennent à la colonie de reproduction – peut engendrer des pontes supra-normales (nids comptant cinq œufs ou plus) en raison de l'occupation du même nid par deux femelles ou plus	– cet effet a été observé dès les années 1970 chez les Goélands argentés du lac Ontario lorsque les concentrations de DDE étaient élevées  par Pierre Mineau *Ponte supra-normale*	– l'indicence et l'ampleur de la perturbation endocrinienne des Goélands argentés des Grands Lacs sont actuellement inconnues – des recherches sont en cours pour examiner les rapports entre les produits chimiques qui miment les hormones et les effets observés dans plusieurs espèces d'oiseaux aquatiques du bassin des Grands Lacs – un rapport asymétrique entre les sexes et des pontes supra-normales pourrait aussi être le résultat d'une mortalité accrue des mâles – on observe encore des pontes supra- normales chez certaines colonies de Goélands argentés des Grands Lacs – un très faible nombre d'œufs dans les pontes supra-normales sont fertiles et éclosent
Suppression de la fonction immunitaire – plusieurs contaminants (p. ex. PCB et TCDD) suppriment d'importantes fonctions immunitaires et peuvent accroître la susceptibilité aux maladies infectieuses	– dans les sites fortement contaminés, les Goélands argentés et les Sternes caspiennes présentent une inhibition du rôle des lymphocytes T, une atrophie du thymus et des anomalies de la numération des globules blancs	– de récentes études indiquent une suppression de 35 à 40 % de l'immunité à médiation du lymphocyte T dans les colonies fortement contaminées du port de Hamilton (lac Ontario), de la baie Saginaw (lac Huron) et de l'ouest du lac Érié – des recherches sont en cours pour déterminer l'ampleur et l'importance de cette suppression de la fonction immunitaire chez les oiseaux aquatiques piscivores et pour examiner les rapports entre les effets immunologiques et les autres effets physiologiques
Génotoxicité – les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) et certains métaux sont capables d'induire des mutations génétiques	– l'analyse des empreintes digitales d'ADN a révélé des fréquences plus élevées de mutations chez les jeunes Goélands argentés du port de Hamilton comparativement à trois sites ruraux (île de Kent dans la baie de Fundy, île Chantry dans le lac Huron et Parc provincial Presqu'île dans le lac Ontario)	– ces mutations de l'ADN surviendraient au tout début du développement – de telles mutations peuvent entraîner un accroissement des maladies génétiques ou une modification de la fonction génétique menant à des changements néfastes du pool génétique

Améliorer l'écosystème des Grands Lacs

Les gouvernements du Canada et des États-Unis collaborent pour améliorer les conditions qui prévalent dans les Grands Lacs aux termes de l'Accord relatif à la qualité de l'eau dans les Grands Lacs (AQEGL), une entente binationale. Le Canada et l'Ontario exécutent un vaste programme canadien pour atteindre les buts fixés dans l'AQEGL canado-américain. En 1994, l'Accord Canada-Ontario concernant l'écosystème du bassin des Grands Lacs a été signé pour permettre au Canada de respecter les obligations prises en vertu de l'AQEGL. Les deux gouvernements reconnaissent que l'instauration d'un partenariat coopératif avec les États-Unis est absolument nécessaire pour assurer la santé à long terme de l'écosystème du bassin des Grands Lacs. Cet accord prévoit une démarche, des engagements et des lignes directrices pour l'élaboration et la mise en œuvre de plans d'assainissement (PA) pour les secteurss préoccupants (SP) désignés ainsi que des plans d'aménagement panlacustres (PAL) pour les polluants critiques.

On est à élaborer des PAL pour déterminer et poursuivre des objectifs de réduction des apports de produits chimiques en vertu de l'AQEGL binational et pour s'attaquer aux problèmes plus généraux de l'écosystème qui touchent les deux pays. On est à préparer des PAL binationaux pour les lacs Ontario, Érié et Supérieur. Les PAL diffèrent d'un lac à l'autre et visent à rétablir les utilisations bénéfiques ciblées. Les projets entrepris dans le cadre des PAL ont déjà donné des résultats prometteurs pour ce qui est d'améliorer la qualité de l'eau.

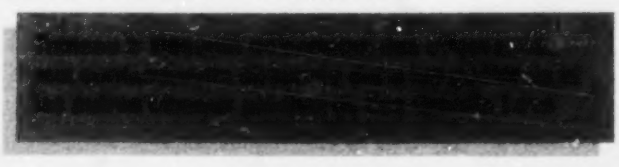
De concert avec les collectivités locales, le secteur privé et tous les ordres de gouvernement, on est aussi à élaborer et à mettre en œuvre des plans d'assainissement (PA) dans les secteurs préoccupants (SP) désignés des Grands Lacs, selon les indications de la Commission mixte internationale. Le bassin des Grands Lacs compte 42 SP, dont 17 au Canada (cinq étant partagés avec les États-Unis). Les PA instaurent un régime de coopération pour rétablir les utilisations bénéfiques dans ces régions désignées, dont la plupart sont situées près des grands centres urbains où la pollution des industries, des stations d'épuration des eaux usées, des lieux d'enfouissement et d'autres sources se retrouvent dans les rivières, les ports et les canaux avoisinants. Parmi les exemples

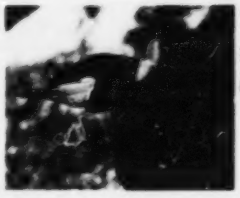
Effets des **organochlorés**

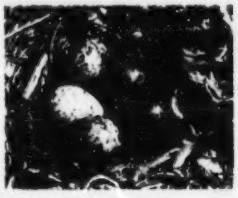
La présence de niveaux élevés de produits chimiques toxiques dans la chaîne alimentaire des Grands Lacs a coïncidé avec des troubles de santé et de reproduction ainsi que d'autres problèmes physiologiques chez le Goéland argenté et au moins sept autres espèces d'oiseaux aquatiques piscivores à longue durée de vie, notamment le Goéland à bec cerclé, le Cormoran à aigrettes, les Sternes pierregarin, caspienne et de Forster, le Bihoreau à couronne noire et le Pygargue à tête blanche. Toutes ces espèces d'oiseaux aquatiques sont des prédateurs de niveau trophique supérieur qui s'alimentent, se reproduisent et vivent au moins une partie de l'année dans le bassin des Grands Lacs.

C'est à la fin des années 1960 et au début des années 1970 qu'on a commencé à observer chez plusieurs de ces espèces des problèmes tels qu'une baisse des succès d'éclosion, un amincissement des coquilles et un comportement anormal des adultes durant la nidification. Depuis, d'autres problèmes tels que des malformations des embryons et des oisillons, des changements biochimiques, des anomalies endocriniennes et une suppression de la fonction immunitaire ont été observés (tableau 2). C'est lorsque les niveaux de certains organochlorés dans les oiseaux adultes et dans leurs œufs étaient élevés que la majorité de ces effets étaient le plus répandus. Les œufs de ces espèces ont été contaminés parce que les organochlorés liposolubles sont transférés des femelles à la graisse nécessaire pour produire le jaune d'œuf.

Les Goélands argentés et les autres oiseaux piscivores des Grands Lacs ont aidé les scientifiques, les chercheurs et la population à comprendre les effets d'une exposition prolongée des populations d'oiseaux aux produits chimiques toxiques rémanents. Les effets tels que ceux décrits dans le tableau 2 servent souvent de « biomarqueurs » pour la surveillance de la santé de la faune des Grands Lacs. Des biomarqueurs tels que les anomalies de la fonction reproductrice et les changements biochimiques ou comportementaux permettent aux chercheurs de déceler les effets des contaminants sur les individus de manière précoce et préventive avant que ces effets n'entraînent des incapacités, des maladies et, ultimement, la mort des populations.



Effets du contaminant	Preuves dans les Grands Lacs	Situation actuelle
Amincissement des coquilles d'œufs – causé par des niveaux élevés de DDE au cours des années 1950, 1960 et 1970 par Chip Weseloh *Œufs de Goéland argenté à coquille mince*	– premier problème de reproduction confirmé relié aux contaminants trouvés dans les oiseaux des Grands Lacs – a entraîné le bris de nombreuses coquilles; il s'en est suivi un déclin des populations d'espèces d'oiseaux piscivores y compris de Cormoran à aigrettes, la Balbuzard, le Pygargue à tête blanche, le Bihoreau à couronne noire et le Goéland argenté	– en raison des limites imposées par les règlements et de l'interdiction du DDT, l'amincissement des coquilles d'œufs n'est plus un problème; on a donc observé une amélioration du succès de reproduction des espèces affectées
Infécondité – les causes comprennent une mort prématurée des embryons, des effets tératogènes sur les embryons et un comportement parental anormal durant l'incubation	– le Goéland argenté, le Cormoran à aigrettes et le Pygargue à tête blanche ne se reproduisaient pas à la fin des années 1960 et au cours des années 1970 lorsqu'étaient présents les niveaux les plus élevés d'organochlorés	– en raison d'une baisse considérable des niveaux d'organochlorés, le succès de reproduction de la plupart des espèces d'oiseaux aquatiques piscivores s'est amélioré – le Pygargue à tête blanche niche maintenant à nouveau dans de nombreuses régions des Grands Lacs, sauf sur les rives du lac Ontario – le succès de reproduction du Pygargue à tête blanche s'améliore mais il n'est toujours pas suffisant pour assurer une population stable
Malformations congénitales  par Chip Weseloh *Malformation du bec chez un Cormoran à aigrettes*	– la plupart des malformations ont été observées du début au milieu des années 1970, dans des sites contaminés sur le lac Ontario, et au cours des années 1980, sur le lac Michigan – becs croisés, malformations de la mâchoire, membres supplémentaires et malformations des pieds, des articulations et des yeux constatés chez le Goéland argenté et au moins huit autres espèces d'oiseaux aquatiques piscivores	– les oiseaux aquatiques continuent de présenter des taux plus élevés de malformations (p. ex. malformations du bec chez le Pygargue à tête blanche) comparativement à ceux des sites non pollués à l'extérieur du bassin – la plus forte incidence observée dans les secteurs de forte contamination tels que la baie Green (lac Michigan) et la baie Saginaw (lac Huron) – les études se poursuivent sur les liens entre les contaminants et les problèmes de développement chez certaines espèces d'oiseaux aquatiques
Changements biochimiques	– fonction hépatique anormale chez le Goéland argenté y compris : activité accrue des enzymes qui attaquent les produits chimiques qui entrent dans le corps; niveaux élevés de porphyrines; et niveaux inhabituellement bas de vitamine A – les faibles niveaux de vitamine A peuvent accroître la susceptibilité aux maladies infectieuses, ce qui pourrait affecter la survie et le développement des oisillons	– les mesures biochimiques indiquent que les Goélands argentés sont toujours sujets à un stress biochimique – le plein effet des changements biologiques sur la reproduction ou la durée de vie des oiseaux aquatiques est inconnu pour l'instant

Effets du contaminant	Preuves dans les Grands Lacs	Situation actuelle
Hypertrophie de la thyroïde – liée à l'exposition à certains contaminants (p. ex. PCB, DDE, dieldrine)	– prévalence surtout chez les Goélands argentés des sites contaminés y compris la baie Saginaw (lac Huron) la baie Green (lac Michigan), l'ouest du lac Érié et le lac Ontario	– à la suite d'une baisse des niveaux de contaminants dans la chaîne alimentaire aquatique des Grands Lacs, la gravité de l'hypertrophie de la thyroïde a diminué dans les populations de Goélands argentés
Dysfonction endocrinienne (féminisation) – le DDE est le produit chimique le plus puissant, abondant, rémanent et biocumulatif qui perturbe la fonction des hormones sexuelles – une exposition suffisante durant les premiers stades embryonnaires peut occasionner un développement anormal des tissus reproducteurs mâles et pourrait réduire le nombre de mâles normaux qui reviennent à la colonie de reproduction – peut engendrer des pontes supra-normales (nids comptant cinq œufs ou plus) en raison de l'occupation du même nid par deux femelles ou plus	– cet effet a été observé dès les années 1970 chez les Goélands argentés du lac Ontario lorsque les concentrations de DDE étaient élevées  par Pierre Mineau *Ponte supra-no male*	– l'indicence et l'ampleur de la perturbation endocrinienne des Goélands argentés des Grands Lacs sont actuellement inconnues – des recherches sont en cours pour examiner les rapports entre les produits chimiques qui miment les hormones et les effets observés dans plusieurs espèces d'oiseaux aquatiques du bassin des Grands Lacs – un rapport asymétrique entre les sexes et des pontes supra-normales pourrait aussi être le résultat d'une mortalité accrue des mâles – on observe encore des pontes supra- normales chez certaines colonies de Goélands argentés des Grands Lacs – un très faible nombre d'œufs dans les pontes supra-normales sont fertiles et éclosent
Suppression de la fonction immunitaire – plusieurs contaminants (p. ex. PCB et TCDD) suppriment d'importantes fonctions immunitaires et peuvent accroître la susceptibilité aux maladies infectieuses	– dans les sites fortement contaminés, les Goélands argentés et les Sternes caspiennes présentent une inhibition du rôle des lymphocytes T, une atrophie du thymus et des anomalies de la numération des globules blancs	– de récentes études indiquent une suppression de 35 à 40 % de l'immunité à médiation du lymphocyte T dans les colonies fortement contaminées du port de Hamilton (lac Ontario), de la baie Saginaw (lac Huron) et de l'ouest du lac Érié – des recherches sont en cours pour déterminer l'ampleur et l'importance de cette suppression de la fonction immunitaire chez les oiseaux aquatiques piscivores et pour examiner les rapports entre les effets immunologiques et les autres effets physiologiques
Génotoxicité – les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) et certains métaux sont capables d'induire des mutations génétiques	– l'analyse des empreintes digitales d'ADN a révélé des fréquences plus élevées de mutations chez les jeunes Goélands argentés du port de Hamilton comparativement à trois sites ruraux (île de Kent dans la baie de Fundy, île Chantry dans le lac Huron et Parc provincial Presqu'île dans le lac Ontario)	– ces mutations de l'ADN surviendraient au tout début du développement – de telles mutations peuvent entraîner un accroissement des maladies génétiques ou une modification de la fonction génétique menant à des changements néfastes du pool génétique

Améliorer **l'écosystème des Grands Lacs**

Les gouvernements du Canada et des États-Unis collaborent pour améliorer les conditions qui prévalent dans les Grands Lacs aux termes de l'Accord relatif à la qualité de l'eau dans les Grands Lacs (AQEGL), une entente binationale. Le Canada et l'Ontario exécutent un vaste programme canadien pour atteindre les buts fixés dans l'AQEGL canado-américain. En 1994, l'Accord Canada-Ontario concernant l'écosystème du bassin des Grands Lacs a été signé pour permettre au Canada de respecter les obligations prises en vertu de l'AQEGL. Les deux gouvernements reconnaissent que l'instauration d'un partenariat coopératif avec les États-Unis est absolument nécessaire pour assurer la santé à long terme de l'écosystème du bassin des Grands Lacs. Cet accord prévoit une démarche, des engagements et des lignes directrices pour l'élaboration et la mise en œuvre de plans d'assainissement (PA) pour les secteurss préoccupants (SP) désignés ainsi que des plans d'aménagement panlacustres (PAL) pour les polluants critiques.

On est à élaborer des PAL pour déterminer et poursuivre des objectifs de réduction des apports de produits chimiques en vertu de l'AQEGL binational et pour s'attaquer aux problèmes plus généraux de l'écosystème qui touchent les deux pays. On est à préparer des PAL binationaux pour les lacs Ontario, Érié et Supérieur. Les PAL diffèrent d'un lac à l'autre et visent à rétablir les utilisations bénéfiques ciblées. Les projets entrepris dans le cadre des PAL ont déjà donné des résultats prometteurs pour ce qui est d'améliorer la qualité de l'eau.

De concert avec les collectivités locales, le secteur privé et tous les ordres de gouvernement, on est aussi à élaborer et à mettre en œuvre des plans d'assainissement (PA) dans les secteurs préoccupants (SP) désignés des Grands Lacs, selon les indications de la Commission mixte internationale. Le bassin des Grands Lacs compte 42 SP, dont 17 au Canada (cinq étant partagés avec les États-Unis). Les PA instaurent un régime de coopération pour rétablir les utilisations bénéfiques dans ces régions désignées, dont la plupart sont situées près des grands centres urbains où la pollution des industries, des stations d'épuration des eaux usées, des lieux d'enfouissement et d'autres sources se retrouvent dans les rivières, les ports et les canaux avoisinants. Parmi les exemples

d'utilisation bénéfique, mentionnons les habitats du poisson et de la faune, les plages pour la natation et l'eau potable. L'un des quatre SP du lac Huron, le port de Collingwood, a été retiré de la liste; il s'agit du premier SP des Grands Lacs à atteindre ses buts de rétablissement. Un SP est retiré de la liste ou déclaré assaini lorsque toutes les utilisations bénéfiques qui ont été perdues en raison de la contamination et de l'aménagement ont été rétablies.

La recherche révèle que les niveaux de produits chimiques toxiques rémanents dans les Grands Lacs ont considérablement diminué au cours des 25 dernières années. Bien qu'il s'agisse là d'une grande réalisation, il reste encore beaucoup à faire pour rétablir la santé de l'écosystème des Grans Lacs. Les tendances actuelles en matière de contamination révèlent l'apport soutenu de charges de contaminants aux Grands Lacs. Même si ces niveaux de contaminants sont de loin inférieurs à ce qu'ils étaient au cours des années 1970, dioxine, PCB et autres produits chimiques connexes sont toujours présents dans les Grands Lacs en raison de l'existence de sources non décelées, des dépôts atmosphériques et de la remise en suspension de sédiments de fond contaminés.

Des oiseaux piscivores tels que le Goéland argenté demeurent de bonnes sentinelles de la contamination de la chaîne alimentaire aquatique et des autres anormalités biologiques qui affectent les animaux vivant dans le bassin des Grands Lacs. En surveillant les niveaux de contaminants dans les œufs, les chercheurs peuvent déceler la présence de concentrations significatives, sur le plan biologique, de produits chimiques dans les Grands Lacs, concentrations qui sont susceptibles, par exemple, de nuire au développement normal des embryons ou d'exercer d'autres effets subtils sur la reproduction. L'on peut s'attendre que ces contaminants se retrouvent dans les tissus de toutes les espèces, y compris les êtres humains, qui consomment d'importantes quantités de poissons du bassin des Grands Lacs.

Il existe évidemment des différences entre les oiseaux et les êtres humains, de sorte que les effets précis sur la santé observés chez les oiseaux ne sont pas nécessairement des indicateurs d'effets analogues sur la santé des êtres humains. Toutefois, les études sur les nouveau-nés de mères ayant consommé de grandes quantités de poissons fortement contaminés provenant des Grands Lacs révèlent la possibilité d'effets sur le développement des enfants. L'évaluation des effets potentiels des contaminants sur les populations humaines est habituellement fondée sur les renseignements disponibles, y compris les résultats des études technologiques réalisées sur d'autres mammifères, les études des populations fortement exposées et le niveau d'exposition. Les effets d'une exposition à long terme à de faibles concentrations de contaminants demeurent l'objet de recherches en cours sur la faune et la santé humaine.

Il ne faudrait pas prendre à la légère l'incidence des embryons morts dans les œufs, des malformations et des changements biologiques chez les oiseaux des Grands Lacs. Ils révèlent que quelque chose ne tourne pas rond dans l'écosystème et sont liés à la question qui se fait jour quant au rapport entre les produits chimiques et les anomalies endocriniennes. D'autres espèces de niveau trophique élevé dans les Grands Lacs ont affiché des réactions semblables, y compris les êtres humains. Les Grands Lacs doivent être assez propres pour que toutes les espèces puissent y vivre et s'y reproduire normalement. C'est toute la collectivité qui doit relever le défi de rétablir l'écosystème des Grands Lacs si l'on espère en arriver à l'élimination virtuelle des contaminants.

Bibliographie

Bishop, C. A., D. V. Weseloh, N. M. Burgess, J. Struger, R. J. Norstrom et K. A. Logan. 1992. Atlas des contaminants dans les œufs d'oiseaux piscivores coloniaux des Grands Lacs (1970-1992), Série de rapports techniques , Service canadien de la faune, région de l'Ontario.

Colborn, T., D. Dumanoski, J. P. Myers. 1996. Our stolen future: are we threatening our fertility, intelligence and survival? : a scientific detective story. New York. 306 p.

Ewins, P. J., D. V. Weseloh, J. H. Groom, R. Z. Dobos et P. Mineau. 1994. The diet of Herring Gulls (Larus argentatus) during winter and early spring on the lower Great Lakes. Hydrobiologia 279/280: 39-55.

Fox, G. A. 1993. What have biomarkers told us about the effects of contaminants on the health of fish-eating birds in the Great Lakes? The theory and a literature review. Journal of Great Lakes Research 19: 722-736.

Gilbertson, M., T. Kubiak, J. Ludwig et G. Fox. 1991. Great Lakes embryo mortality, edema, and deformities syndrome (GLEMEDS) in colonial fish-eating birds: similarity to chick-edema disease. Journal of Toxicology and Environmental Health 33:455-520.

Gouvernement du Canada. 1991. Les produits chimiques toxiques dans les Grands Lacs et leurs effets connexes, Vol. 1 2, et Environnement Canada, ministère des Pêches et Océans, Santé et Bien-être social Canada, ministre des Approvisionements et Services Canada, Ottawa. 755 p.

Grasman, K. A., G. A. Fox, P. F. Scanlon, et J.P. Ludwig. 1996. Organochlorine-associated immunosuppression in prefledgling Caspian terns and herring gulls from the Great Lakes: An ecoepidemilogical study. Environmental Health Perspectives 104 (Suppl. 4):829-842.

Hebert, C. E., R. J. Norstrom, M. Šimon, B. M. Braune, D. V. Weseloh et C. R. Macdonald. 1994. Temporal trends and sources of PCDDs and PCDFs in the Great Lakes: Herring Gull egg monitoring. 1981-1991. Environmental Science and Technology 28: 1268-1277.

Smith, D. W. 1995. Synchronous response of hydrophobic chemicals in Herring Gull eggs from the Great Lakes. Environmental Science and Technology 29: 740-750.

Pour de plus amples renseignements

On peut obtenir de plus amples renseignements sur le Goéland argenté, sur les programmes de surveillance des autres oiseaux piscivores et sur la faune des Grands Lacs à l'adresse suivante :

Environnement Canada
Service canadien de la faune (région de l'Ontario)
C.P. 5050
Burlington (Ontario)
L7R 4A6

On peut obtenir des renseignements sur les enjeux dans les Grands Lacs aux adresses suivantes :

Environnement Canada
4905, Rue Dufferin
Downsview (Ontario)
M3H 5T4

or

Commission mixte internationale
100, avenue Ouellette
Windsor (Ontario)
N9A 6T3

Les autres fiches d'information dans cette série sur les Grands Lacs :

- La réintroduction du Pygargue à tête blanche au lac Érié
- Le déclin et la reconstitution des populations de Balbuzards dans le bassin des Grands Lacs
- L'essor du Cormoran à aigrettes dans les Grands Lacs : Une victoire sur la pollution
- Amphibiens et reptiles des milieux humides des Grands Lacs : Menaces et conservation

Pour obtenir plus de renseignements sur les programmes des Grands Lacs, y compris celui-ci, visitez la voie verte d'Environnement Canada sur le W3 à http://www.cciw.ca/glimr/intro.html

Auteurs : D.P. Ryckman, D.V. Chip Weseloh et C.A. Bishop

Publication autorisée par le ministre de l'Environnement

© Ministre des Approvisionnements et Services Canada, 1997

N° de catalogue No: En 40-222/6-1997F
ISBN 0-662-81898-9

Also available in English under the title: Conaminants in Herring Gull Eggs from the Great Lakes: 25 Years of Monitoring Levels and Effects

Canada

d'utilisation bénéfique, mentionnons les habitats du poisson et de la faune, les plages pour la natation et l'eau potable. L'un des quatre SP du lac Huron, le port de Collingwood, a été retiré de la liste; il s'agit du premier SP des Grands Lacs à atteindre ses buts de rétablissement. Un SP est retiré de la liste ou déclaré assaini lorsque toutes les utilisations bénéfiques qui ont été perdues en raison de la contamination et de l'aménagement ont été rétablies.

La recherche révèle que les niveaux de produits chimiques toxiques rémanents dans les Grands Lacs ont considérablement diminué au cours des 25 dernières années. Bien qu'il s'agisse là d'une grande réalisation, il reste encore beaucoup à faire pour rétablir la santé de l'écosystème des Grans Lacs. Les tendances actuelles en matière de contamination révèlent l'apport soutenu de charges de contaminants aux Grands Lacs. Même si ces niveaux de contaminants sont de loin inférieurs à ce qu'ils étaient au cours des années 1970, dioxine, PCB et autres produits chimiques connexes sont toujours présents dans les Grands Lacs en raison de l'existence de sources non décelées, des dépôts atmosphériques et de la remise en suspension de sédiments de fond contaminés.

Des oiseaux piscivores tels que le Goéland argenté demeurent de bonnes sentinelles de la contamination de la chaîne alimentaire aquatique et des autres anormalités biologiques qui affectent les animaux vivant dans le bassin des Grands Lacs. En surveillant les niveaux de contaminants dans les œufs, les chercheurs peuvent déceler la présence de concentrations significatives, sur le plan biologique, de produits chimiques dans les Grands Lacs, concentrations qui sont susceptibles, par exemple, de nuire au développement normal des embryons ou d'exercer d'autres effets subtils sur la reproduction. L'on peut s'attendre que ces contaminants se retrouvent dans les tissus de toutes les espèces, y compris les êtres humains, qui consomment d'importantes quantités de poissons du bassin des Grands Lacs.

Il existe évidemment des différences entre les oiseaux et les êtres humains, de sorte que les effets précis sur la santé observés chez les oiseaux ne sont pas nécessairement des indicateurs d'effets analogues sur la santé des êtres humains. Toutefois, les études sur les nouveau-nés de mères ayant consommé de grandes quantités de poissons fortement contaminés provenant des Grands Lacs révèlent la possibilité d'effets sur le développement des enfants. L'évaluation des effets potentiels des contaminants sur les populations humaines est habituellement fondée sur les renseignements disponibles, y compris les résultats des études technologiques réalisées sur d'autres mammifères, les études des populations fortement exposées et le niveau d'exposition. Les effets d'une exposition à long terme à de faibles concentrations de contaminants demeurent l'objet de recherches en cours sur la faune et la santé humaine.

Il ne faudrait pas prendre à la légère l'incidence des embryons morts dans les œufs, des malformations et des changements biologiques chez les oiseaux des Grands Lacs. Ils révèlent que quelque chose ne tourne pas rond dans l'écosystème et sont liés à la question qui se fait jour quant au rapport entre les produits chimiques et les anomalies endocriniennes. D'autres espèces de niveau trophique élevé dans les Grands Lacs ont affiché des réactions semblables, y compris les êtres humains. Les Grands Lacs doivent être assez propres pour que toutes les espèces puissent y vivre et s'y reproduire normalement. C'est toute la collectivité qui doit relever le défi de rétablir l'écosystème des Grands Lacs si l'on espère en arriver à l'élimination virtuelle des contaminants.

Bibliographie

Bishop, C. A., D. V. Weseloh, N. M. Burgess, J. Struger, R. J. Norstrom et K. A. Logan. 1992. Atlas des contaminants dans les œufs d'oiseaux piscivores coloniaux des Grands Lacs (1970-1992), Série de rapports techniques , Service canadien de la faune, région de l'Ontario.

Colborn, T., D. Dumanoski, J. P. Myers. 1996. Our stolen future: are we threatening our fertility, intelligence and survival? : a scientific detective story. New York. 306 p.

Ewins, P. J., D. V. Weseloh, J. H. Groom, R. Z. Dobos et P. Mineau. 1994. The diet of Herring Gulls (Larus argentatus) during winter and early spring on the lower Great Lakes. Hydrobiologia 279/280: 39-55.

Fox, G. A. 1993. What have biomarkers told us about the effects of contaminants on the health of fish-eating birds in the Great Lakes? The theory and a literature review. Journal of Great Lakes Research 19: 722-736.

Gilbertson, M., T. Kubiak, J. Ludwig et G. Fox. 1991. Great Lakes embryo mortality, edema, and deformities syndrome (GLEMEDS) in colonial fish-eating birds: similarity to chick-edema disease. Journal of Toxicology and Environmental Health 33:455-520.

Gouvernement du Canada. 1991. Les produits chimiques toxiques dans les Grands Lacs et leurs effets connexes, Vol. 1 2, et Environnement Canada, ministère des Pêches et Océans, Santé et Bien-être social Canada, ministre des Approvisionements et Services Canada, Ottawa. 755 p.

Grasman, K. A., G. A. Fox, P. F. Scanlon, et J.P. Ludwig. 1996. Organochlorine-associated immunosuppression in prefledgling Caspian terns and herring gulls from the Great Lakes: An ecoepidemilogical study. Environmental Health Perspectives 104 (Suppl. 4):829-842.

Hebert, C. E., R. J. Norstrom, M. Simon, B. M. Braune, D. V. Weseloh et C. R. Macdonald. 1994. Temporal trends and sources of PCDDs and PCDFs in the Great Lakes: Herring Gull egg monitoring. 1981-1991. Environmental Science and Technology 28: 1268-1277.

Smith, D. W. 1995. Synchronous response of hydrophobic chemicals in Herring Gull eggs from the Great Lakes. Environmental Science and Technology 29: 740-750.

Pour de plus amples renseignements

On peut obtenir de plus amples renseignements sur le Goéland argenté, sur les programmes de surveillance des autres oiseaux piscivores et sur la faune des Grands Lacs à l'adresse suivante :

Environnement Canada
Service canadien de la faune (région de l'Ontario)
C.P. 5050
Burlington (Ontario)
L7R 4A6

On peut obtenir des renseignements sur les enjeux dans les Grands Lacs aux adresses suivantes :

Environnement Canada	or	Commission mixte internationale
4905, Rue Dufferin		100, avenue Ouellette
Downsview (Ontario)		Windsor (Ontario)
M3H 5T4		N9A 6T3

Les autres fiches d'information dans cette série sur les Grands Lacs :

- La réintroduction du Pygargue à tête blanche au lac Érié
- Le déclin et la reconstitution des populations de Balbuzards dans le bassin des Grands Lacs
- L'essor du Cormoran à aigrettes dans les Grands Lacs : Une victoire sur la pollution
- Amphibiens et reptiles des milieux humides des Grands Lacs : Menaces et conservation

Pour obtenir plus de renseignements sur les programmes des Grands Lacs, y compris celui-ci, visitez la voie verte d'Environnement Canada sur le W3 à http://www.cciw.ca/glimr/intro.html

Auteurs : D.P. Ryckman, D.V. Chip Weseloh et C.A. Bishop

Publication autorisée par le ministre de l'Environnement

© Ministre des Approvisionnements et Services Canada, 1997

N° de catalogue No: En 40-222/6-1997F
ISBN 0-662-81898-9

Also available in English under the title: Conaminants in Herring Gull Eggs from the Great Lakes: 25 Years of Monitoring Levels and Effects

Canada